

**STUDI TENTANG SEBARAN KLOROFIL-a DAN PENGARUHNYA TERHADAP  
HASIL TANGKAPAN *YELLOWFIN* TUNA YANG DI DARATKAN DI PPI  
PONDOK DADAP SENDANG BIRU KABUPATEN MALANG  
PROPINSI JAWA TIMUR**

**LAPORAN SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN  
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Oleh:

**RISKA PUTRIANI**

**NIM. 0410820060**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**

**MALANG**

**2009**

**STUDI TENTANG SEBARAN KLOROFIL-a DAN PENGARUHNYATERHADAP  
HASIL TANGKAPAN *YELLOWFIN* TUNA YANG DI DARATKAN DI PPI  
PONDOK DADAP SENDANG BIRU KABUPATEN MALANG  
PROPINSI JAWA TIMUR**

Oleh:

**Riska Putriani**

**NIM. 0410820060**

telah dipertahankan didepan penguji pada tanggal 23 April 2009 dinyatakan  
telah memenuhi syarat

**Menyetujui**

**Dosen Peguji I**

**(Ir. Agus Tumulyadi, MP)**

**Tanggal :**

**Dosen Pembimbing I**

**(Ir. Sukandar, MP)**

**Tanggal :**

**Dosen Penguji II**

**(Defri Yona, S.Pi, M.Sc. S.td)**

**Tanggal :**

**Dosen Pembimbing II**

**(Ir. Aida Sartimbul, M.Sc. Ph.D)**

**Tanggal :**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan**

**(Ir. Tri Djoko Lelono, M.Si)**

**Tanggal :**

## LEMBAR REVISI

NAMA : RISKA PUTRIANI

NIM : 0410820060

PRODI: PSPK

No	Halaman	Sebelum revisi	Setelah revisi
1.		Judul " Studi Tentang Sebaran Klorofil-a dan Pengaruhnya Terhadap Hasil Tangkapan <i>Baby</i> Tuna yang di Daratkan di PPI Pondok Dadap Sendang Biru Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur"	Studi Tentang Sebaran Klorofil-a dan pengaruhnya Terhadap Hasil Tangkapan <i>Yellowfin</i> Tuna yang di Daratkan di PPI Sendang Biru Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur
2.	5	Ikan <i>Yellowfin</i> tuna	<i>Yellowfin</i> tuna
3.	6	Belum ada tahun penelitian	Sudah ada (Tahun 2008)
4.	17-18	Ukuran tabel belum sesuai	Sudah sesuai
5.	23	Waktu wawancara belum ada	Sudah ada (Bulan Agustus 2008)
6.	31	Hasil dan pembahasan terlalu luas	Sudah dipersingkat
7.	47	Satuan belum ada (Tabel produksi)	Sudah ada
8.	53	Penjelasan <i>el nino</i> dan <i>IOD positive</i> belum lengkap	Sudah lengkap
9.	57	<i>Baby</i> tuna	<i>Yellowfin</i> tuna
10.	59	Dapus belum ada	Sudah ada

Menyetujui

**Dosen Peguji II**

**Dosen Pembimbing I**

**(Defri Yona, S.Pi, M.Sc. S.td)**

Tanggal :

**(Ir. Sukandar )**

Tanggal:

**Dosen Pembimbing II**

**(Ir. Aida Sartimbul, M. Sc. Ph. D)**

Tanggal :



Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Malang, 23 April 2009  
Mahasiswa

Riska Putriani

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan nikmat, karunia dan ridhonya penulis dapat menyelesaikan tulisan skripsi yang berjudul " Studi Tentang Sebaran Klorofil-a dan Pengaruhnya Terhadap Hasil Tangkapan *Yellowfin* Tuna yang di daratkan di PPI Pondok Dadap Sendang Biru Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur ". Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi tujuan serta tempat dan waktu penelitian. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui sebaran klorofil-a pada koordinat  $8^{\circ}$  LS –  $10^{\circ}$  LS dan  $110^{\circ}$  BT –  $115^{\circ}$  BT di Perairan Selatan Jawa dan mengetahui hubungan klorofil-a dan hasil tangkapan baby tuna yang di daratkan di PPI Sendang Biru pada koordinat  $8^{\circ}$  LS -  $10^{\circ}$  LS dan  $110^{\circ}$  BT –  $115^{\circ}$  BT di Perairan Selatan Jawa. Untuk tempat dan waktu, penelitian ini dilaksanakan di PPI Pondok Dadap Sendang Biru pada Bulan Agustus 2008 dan Balai Riset dan Observasi Kelautan pada Bulan September-Oktober 2008.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangtepatan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, 23 April 2009

Penulis

## RINGKASAN

**RISKA PUTRIANI.** Studi Tentang Sebaran Klorofil -a dan Pengaruhnya terhadap Hasil Tangkapan *Yellowfin* Tuna yang di daratkan di PPI Pondok Dadap Sendang Biru Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur (dibawah bimbingan **Ir. Sukandar, MP** dan **Ir. Aida Sartimbul MSc, Ph.D**)

Penelitian ini dilaksanakan di Perairan Selatan Jawa pada koordinat 8° LS – 10° LS dan 110° BT – 115° BT pada Bulan Agustus 2008. Ikan tuna hampir banyak tersebar di wilayah Perairan di Indonesia. Di Indonesia bagian barat meliputi Samudera Hindia, sepanjang pantai utara dan timur Aceh, pantai barat Sumatera, selatan Jawa, Bali dan Nusa Tenggara. Di Perairan Indonesia bagian timur meliputi Laut Banda Flores, Halmahera, Maluku, Sulawesi, perairan Pasifik di sebelah utara Irian Jaya dan Selat Makasar.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk 1). Mengetahui sebaran klorofil-a pada koordinat 8°LS -10°LS dan 110°BT-115°BT di Perairan Selatan Jawa dengan menggunakan citra satelit MODIS; 2). Mengetahui hubungan klorofil-a dan hasil tangkapan *Yellowfin* tuna yang di daratkan di PPI Sendang Biru pada koordinat 8°LS - 10°LS dan 110°BT 115°BT di Perairan Selatan Jawa

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Metode deskriptif adalah metode dalam meneliti status kelompok manusia, suatu obyek, suatu kondisi, suatu sistem pemikiran atau peristiwa pada masa sekarang. Sedangkan analisa yang digunakan adalah analisa temporal yaitu analisa berdasarkan waktu dimana analisa ini untuk mengetahui sebaran klorofil-a dalam kurun waktu 5 tahun.

Hasil dari penelitian ini adalah bahwa sebaran klorofil-a selama kurun waktu 5 tahun pada koordinat 8°LS -10°LS dan 110°BT-115°BT di Perairan Selatan Jawa mengalami fluktuasi dengan nilai rata-rata konsentrasi sebesar 0,42 mg/m<sup>3</sup> dengan nilai maksimum sebesar 1,265 mg/m<sup>3</sup> (Bulan September) dan nilai minimum sebesar 0,147 mg/m<sup>3</sup> (Bulan Februari). Untuk rata-rata variasi bulanan konsentrasi klorofil-a memiliki rata-rata maksimum sebesar 0,85 mg/m<sup>3</sup> yang terjadi pada Bulan Agustus dan rata-rata minimum sebesar 0,17 mg/m<sup>3</sup> yang terjadi pada Bulan Februari. Sedangkan rata-rata variasi tahunan konsentrasi klorofil-a memiliki nilai maksimum sebesar 0,668 mg/m<sup>3</sup> yang terjadi pada Tahun 2006 dan nilai rata-rata minimum sebesar 0,287 mg/m<sup>3</sup> yang terjadi pada Tahun 2005. Terdapat hubungan antara klorofil-a dengan hasil tangkapan tuna meskipun nilainya tidak terlalu signifikan. Dari analisa regresi antara anomali klorofil-a dengan anomali *CpUE* didapatkan persamaan  $y = -267.54x - 0.1063$  dan  $R = -0.32$ , dimana  $y = CpUE$  (kg/unit) dan  $x =$  klorofil-a (mg/m<sup>3</sup>). Nilai korelasi (R) yaitu 0.32. Nilai korelasi sebesar 0,32 dikategorikan memiliki tingkat hubungan yang rendah karena nilai korelasi tersebut berkisar antara 0,20 – 0,399 sehingga dapat diartikan bahwa klorofil-a berpengaruh sebesar 32 % terhadap produksi *CpUE* ikan Tuna, dan 68% dipengaruhi oleh faktor lain yaitu fenomena oseanografi seperti *ENSO* dan *upwelling* serta faktor manusia seperti nelayan yang tidak melakukan kegiatan penangkapan, sehingga produksi *CpUE* ikan tuna tersebut tidak dapat diduga dan hasil tangkapan yang tidak menentu.

DAFTAR ISI

<b>RINGKASAN</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	5
1.3 Maksud dan Tujuan.....	5
1.3.1 Maksud.....	5
1.3.2 Tujuan.....	5
1.4 Kegunaan .....	5
1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	6
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pengertian Inderaja.....	7
2.2 Radiasi Elektromagnetik.....	8
2.3 Macam-macam Satelit.....	12
2.3.1 Satelit NOAA - AVHRR.....	12
2.3.2 Satelit Seastar/SeaWifs.....	13
2.3.3 Satelit TOPEX/POSEIDON .....	14
2.3.4 Satelit ASTER.....	15
2.3.5 Satelit MODIS.....	16
2.4 Deskripsi Klorofil-a .....	18
2.5 Deskripsi Ikan Tuna.....	19
2.5.1 Biologi dan Klasifikasi <i>Yellowfin</i> Tuna .....	19
2.6 Parameter Oseanografi yang Mempengaruhi Distribusi Fitoplankton.....	20
2.6.1 Cahaya .....	20
2.6.2 Suhu .....	21
2.6.3 Kadar Zat Hara .....	21
2.6.4 Arus .....	21



**BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Materi Penelitian..... 22

3.2 Alat Penelitian ..... 22

3.3 Metode Penelitian..... 23

3.4 Teknik Pengumpulan Data ..... 23

    3.4.1 Wawancara..... 23

3.5 Jenis Data ..... 24

    3.5.1 Data Sekunder..... 24

3.6 Metode Pengambilan Data ..... 24

3.7 Prosedur Pengolahan Citra ..... 25

    3.7.1 Pengolahan Citra Satelit MODIS ..... 25

    3.7.2 Proses Pengolahan Citra Satelit..... 26

3.8 Analisa Data ..... 26

**BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Kondisi Geografis dan Topografi Sendang Biru ..... 31

4.2 Keadaan Umum Perikanan ..... 34

    4.2.1 Potensi Sumberdaya Manusia di Bidang Perikanan ..... 34

    4.2.2 Potensi Sumberdaya Alam ..... 34

    4.3.2 Kegiatan Usaha Perikanan..... 35

    4.3.3 Armada Penangkapan..... 36

    4.3.4 Produksi Perikanan Sendang Biru..... 39

4.3 Analisa Data ..... 40

    4.3.1 Citra Sebaran Klorofil-a Daerah Penelitian..... 41

    4.3.2 Nilai Konsentrasi Klorofil-a secara Temporal ..... 42

    4.3.3 Produksi Perikanan Sendang Biru..... 46

        4.3.3.1 Tren Anomali CpUE Tahun 2003-2007 ..... 48

    4.3.4 Hubungan Klorofil-a dan CpUE ..... 49

    4.3.5 Perubahan Iklim, Suhu, Klorofil dan CpUE Tuna ..... 52

        4.3.5.1 Hubungan SPL dengan Klorofil-a ..... 55

**BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan..... 57

5.2 Saran..... 58

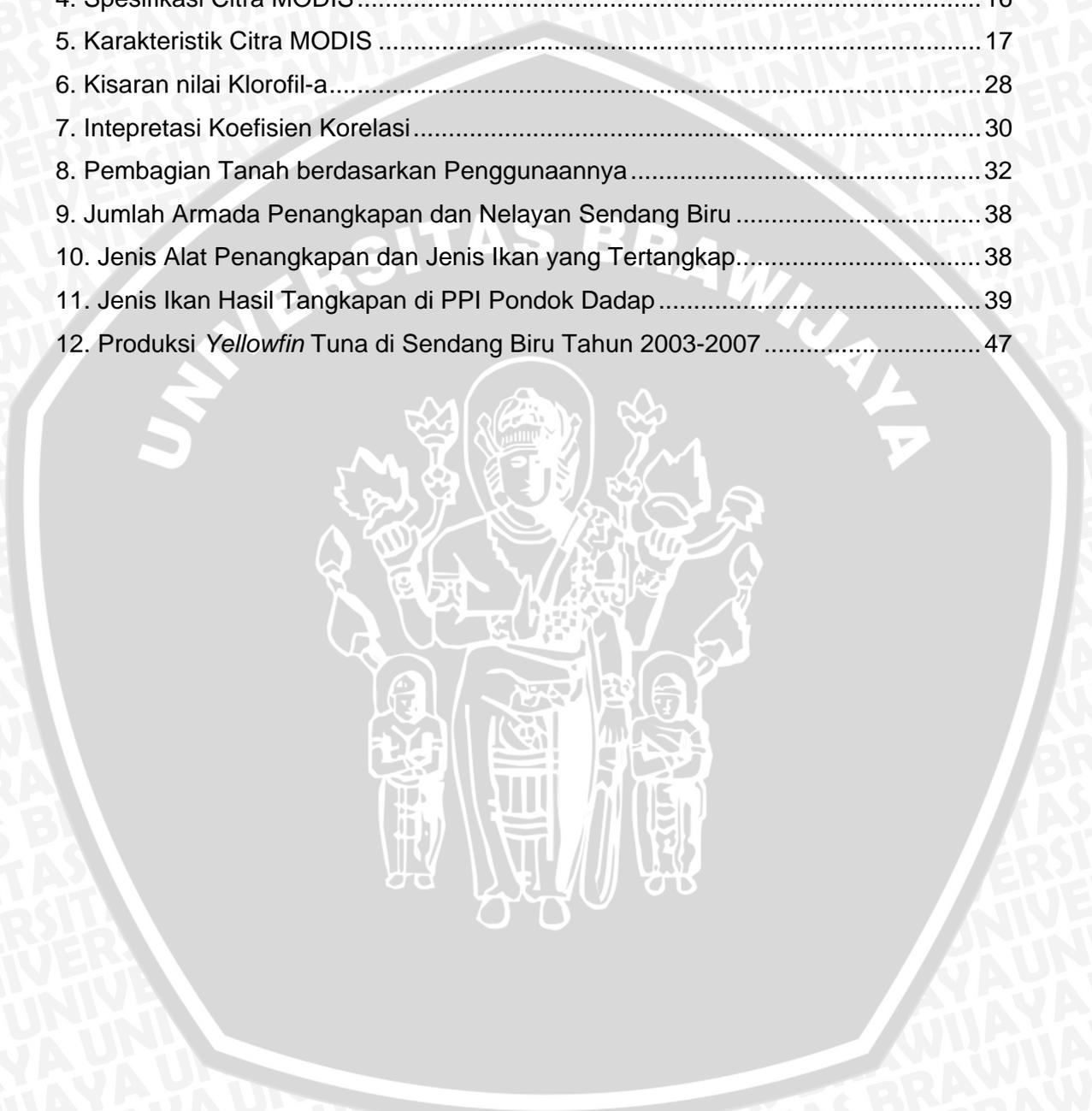
**DAFTAR PUSTAKA ..... 59**





DAFTAR TABEL

1. Produksi Perikanan Sendang Biru .....	3
2. Perkembangan Jumlah Armada Penangkapan Ikan di Sendang Biru .....	4
3. Karakteristik Satelit dan Sensor Seawifs.....	14
4. Spesifikasi Citra MODIS .....	16
5. Karakteristik Citra MODIS .....	17
6. Kisaran nilai Klorofil-a.....	28
7. Intepretasi Koefisien Korelasi.....	30
8. Pembagian Tanah berdasarkan Penggunaannya.....	32
9. Jumlah Armada Penangkapan dan Nelayan Sendang Biru .....	38
10. Jenis Alat Penangkapan dan Jenis Ikan yang Tertangkap.....	38
11. Jenis Ikan Hasil Tangkapan di PPI Pondok Dadap.....	39
12. Produksi <i>Yellowfin</i> Tuna di Sendang Biru Tahun 2003-2007.....	47



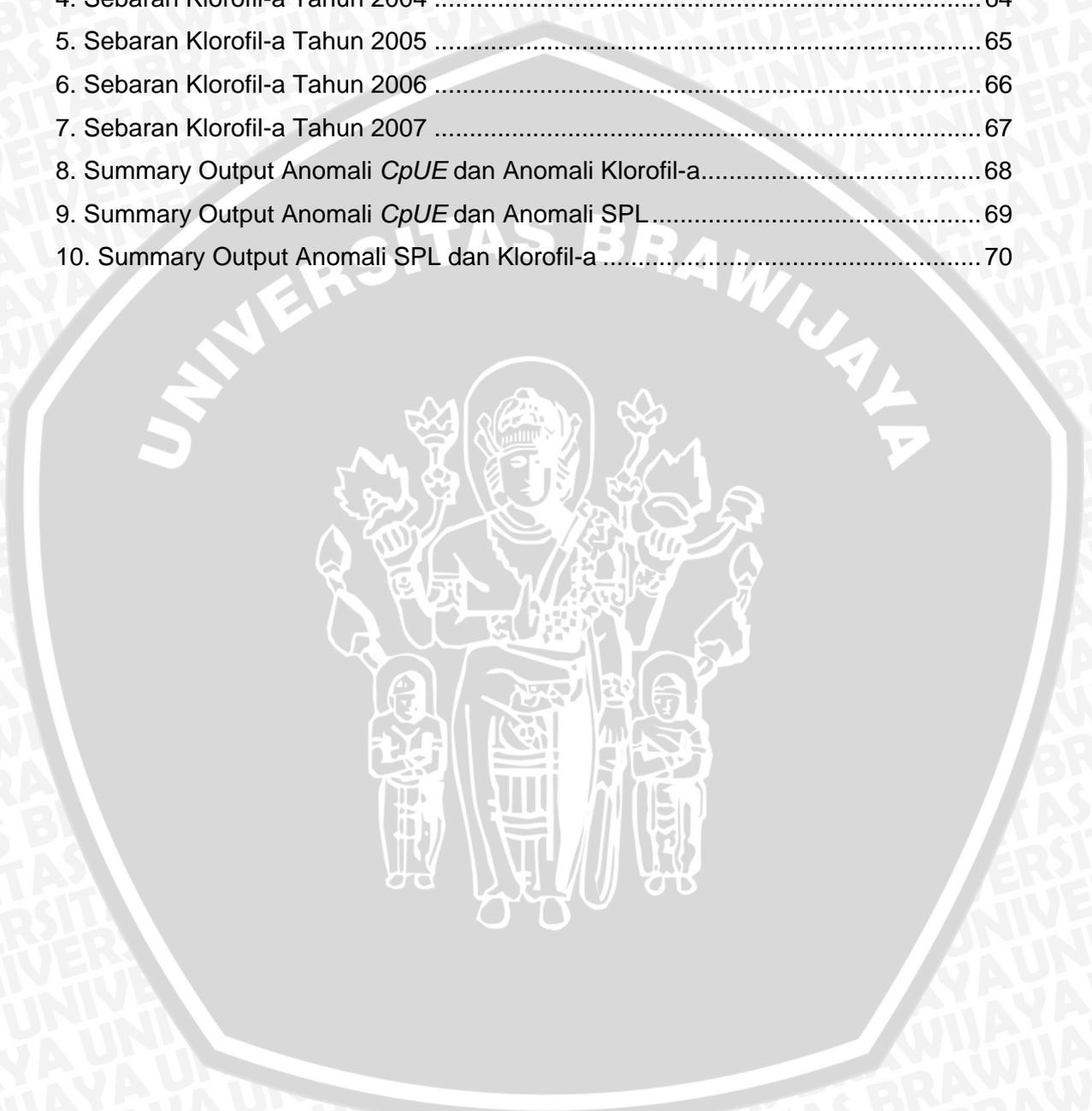
## DAFTAR GAMBAR

1. Sistem Penginderaan Jauh .....	7
2. Panjang Gelombang Spektrum Elektromagnetik.....	9
3. Satelit NOAA .....	12
4. Skema Peluncuran, Orbit Satelit Seastar dan Sensor Seawifs .....	14
5. Yellowfin Tuna.....	19
6. Grafik Fluktuasi Klorofil-a Tahun 2003-2007 .....	42
7. Grafik Variasi Musiman Konsentrasi Klorofil-a Daerah Penelitian.....	42
8. Grafik Rata-rata Variasi Tahunan Klorofil-a Tahun 2003-2007 .....	43
9. Grafik Tren Anomali Klorofil-a Tahun 2003-2007.....	45
10. Grafik CpUE Tahun 2003-2007 .....	48
11. Grafik Tren Anomali CpUE Tahun 2003-2007.....	49
12. Grafik Anomali Klorofil-a dan Anomali CpUE .....	50
13. Grafik Regresi Anomali Klorofil-a dan Anomali CpUE.....	51
14. Grafik Dampak El-Nino dan IOD Tahun 2006.....	54
15. Grafik Regresi Anomali SPL dengan Anomali CpUE .....	56



DAFTAR LAMPIRAN

1. Alur Metodologi Penelitian.....	61
2. Layout Daerah Penelitian.....	62
3. Sebaran Klorofil-a Tahun 2003 .....	63
4. Sebaran Klorofil-a Tahun 2004 .....	64
5. Sebaran Klorofil-a Tahun 2005 .....	65
6. Sebaran Klorofil-a Tahun 2006 .....	66
7. Sebaran Klorofil-a Tahun 2007 .....	67
8. Summary Output Anomali <i>CpUE</i> dan Anomali Klorofil-a.....	68
9. Summary Output Anomali <i>CpUE</i> dan Anomali SPL.....	69
10. Summary Output Anomali SPL dan Klorofil-a .....	70



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Wilayah Perairan Indonesia memiliki sumberdaya alam yang melimpah khususnya sumberdaya hayati yaitu ikan. Kelimpahan sumberdaya ikan laut di seluruh Perairan Indonesia diduga sebesar 6,26 juta ton per tahun, sementara produksi tahunan ikan laut di Indonesia pada tahun 1997 mencapai 3,68 juta ton per tahun. Ini berarti tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan laut di Indonesia baru mencapai 58,80 % (Komnas Kajiskanlaut, 1998 **dalam** Hasyim, 2004).

Ikan pelagis merupakan salah satu sumberdaya perikanan yang paling melimpah dan paling banyak dijadikan konsumsi oleh masyarakat Indonesia dari berbagai kalangan. Ikan pelagis umumnya hidup di daerah *neritik* dan membentuk *schoaling*. Sumberdaya ikan pelagis dibagi berdasarkan ukuran, yaitu Ikan Pelagis Besar seperti kelompok tuna (*Thunidae*) dan cakalang (*Katsuwonus pelamis*), kelompok marlin (*Makaira sp*), kelompok tongkol (*Euthynnus spp*) dan tenggiri (*Scomberomorus spp*), selar (*Selaroides leptolepis*) dan sunglir (*Elagastis bipinnulatus*), kelompok kluped seperti teri (*Stolephorus indicus*), japuh (*Dussumieria spp*), tembang (*Sardinella fimbriata*), lemuru (*Sardinella Longiceps*) dan siro (*Amblygaster sirm*), dan kelompok *Skrombroid* seperti kembung (*Rastrellinger spp*) (Suyedi, 2001). Tuna merupakan ikan pelagis besar yang memiliki sifat peka terhadap setiap perubahan yang terjadi di daerah tempat hidupnya. Perubahan sekecil apapun dapat membuat ikan melakukan migrasi dari satu tempat ke tempat lain. Kebiasaan ikan tuna yang suka bermigrasi ini adalah pilihan akan suhu yang sesuai dengan kondisi tubuhnya dan ketersediaan makanan bagi ikan tuna itu sendiri. Ikan Tuna biasanya memakan ikan-ikan kecil misalnya ikan lemuru yang merupakan *plankton feeder* atau ikan pemakan plankton. Dari keberadaan ikan lemuru yang

merupakan ikan pemakan plankton maka dapat diduga dalam perairan tersebut juga terdapat komunitas ikan tuna.

Ikan tuna hampir tersebar di wilayah Perairan di Indonesia. Di Indonesia bagian barat meliputi Samudera Hindia, sepanjang pantai utara dan timur Aceh, pantai barat Sumatera, selatan Jawa, Bali dan Nusa Tenggara. Di Perairan Indonesia bagian timur meliputi Laut Banda Flores, Halmahera, Maluku, Sulawesi, perairan Pasifik di sebelah utara Irian Jaya dan Selat Makasar.

Perairan Sendang Biru merupakan perairan yang sangat strategis sebagai daerah perikanan. Lokasi yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia memungkinkan terjadinya masukan-masukan ikan dari perairan bebas, sehingga menambah keanekaragaman jenis ikan yang tertangkap. Menurut data, ikan yang tertangkap di Perairan Sendang Biru antara lain ikan cakalang, tuna, tongkol, pari, ikan kembung, ikan ekor merah, layur, selar, cumi-cumi dan ikan ekonomis lainnya.

Kegiatan penangkapan di laut dipengaruhi oleh keadaan musim yaitu musim barat dan musim timur. Musim timur dipengaruhi oleh kondisi angin yang berhembus dari Benua Australia ke wilayah Indonesia, yang menyebabkan wilayah Indonesia mengalami musim kemarau, angin di laut lemah, gelombang laut relatif lemah dan tidak terjadi hujan. Pada saat musim timur adalah saat-saat yang sangat mendukung kegiatan para nelayan Indonesia dalam penangkapan. Musim timur terjadi pada Bulan April sampai Bulan Agustus. Sedangkan untuk musim barat, angin berhembus dari Benua Asia yang mengandung uap air, maka terjadilah musim hujan di wilayah Indonesia dengan disertai arus yang cukup kuat, angin dan gelombang laut yang cukup kuat pula. Pada musim barat menyebabkan terjadinya migrasi ikan dan mengurangi penangkapan ikan oleh nelayan atau disebut dengan musim paceklik. Musim barat terjadi pada Bulan Januari sampai dengan Bulan Maret. Dengan adanya pengaruh musim yang

demikian tersebut maka akan mempengaruhi proses penangkapan yang dilakukan oleh masyarakat nelayan. Pada musim timur para nelayan di Sendang Biru melakukan penangkapan dan pada musim barat kebanyakan para nelayan tidak melakukan kegiatan penangkapan ikan (Sukandar, 2007).

Pada saat musim timur dimana para nelayan banyak menghabiskan waktunya untuk melaut membuat produksi ikan yang di daratkan di PPI di Sendang Biru meningkat. Secara umum terjadi peningkatan produksi seperti terlihat pada Tabel 1, meskipun pada Tahun 2004 produksi menurun. Dalam Rinanto (2007) yang terdapat dalam tabel di bawah ini terlihat adanya fluktuasi produksi ikan.

**Tabel 1. Produksi Perikanan Sendang Biru**

No	Tahun	Produksi (ton)
1	2001	704,631
2	2002	982,897
3	2003	6.660,702
4	2004	5.640,441
5	2005	6.569,411

Sumber : BPPPI Sendang Biru (2005) dalam Rinanto (2007)

Peningkatan jumlah produksi ikan yang dihasilkan oleh nelayan Sendang Biru tidak lepas dari alat tangkap dan armada penangkapan yang ada. Alat tangkap yang digunakan untuk menangkap ikan tuna oleh nelayan Sendang Biru adalah pancing. Pancing yang digunakan dibagi menjadi 4 antara lain: pancing tonda; pancing ulur / *hand line* / coping; pancing tuna dan pancing layang-layang. Sedangkan armada penangkapan yang ada pada Perairan Sendang Biru mengalami perubahan yang cukup drastis dengan penambahan jumlah alat tangkap. Armada penangkapan yang ada pada Perairan Sendang Biru terdiri dari kapal motor, perahu motor tempel serta perahu tanpa motor. Sebelum perahu motor dioperasikan di Perairan Sendang Biru, nelayan masih menggunakan perahu tanpa motor. Dengan adanya perubahan zaman dan majunya teknologi

serta adanya nelayan pendatang yang memiliki alat tangkap yang lebih maju menyebabkan perubahan jenis armada. Armada penangkapan yang dulunya tidak menggunakan tenaga penggerak motor untuk perahunya kini telah mempergunakan penggerak motor untuk menjangkau perairan yang lebih jauh.

Menurut data laporan statistik dari BPPPI Sendang Biru dalam Rinanto (2007), tercatat dari tahun ke tahun armada penangkapan mengalami peningkatan. Ini terlihat dalam tabel di bawah ini :

**Tabel 2. Perkembangan jumlah armada penangkapan ikan di Sendang Biru Tahun 2002-2005**

No	Jenis Perahu	Jumlah Armada			
		2002	2003	2004	2005
1.	Kapal Motor				
	• 5 GT	9	0	0	0
	• 5-10 GT	128	165	164	266
	• 10-30 GT	0	0	0	0
2.	Perahu Motor Tempel	70	73	72	73
3.	Perahu Tanpa Motor	149	202	198	269
<b>Jumlah</b>		<b>356</b>	<b>444</b>	<b>434</b>	<b>608</b>

Sumber : Laporan statistik tahunan BPPPI Sendang Biru (2005) dalam Rinanto (2007)

Dengan meningkatnya jumlah armada penangkapan membuat produksi ikan yang di daratkan di PPI Sendang Biru juga meningkat. Tetapi belum diketahui penyebab yang pasti dari peningkatan hasil tangkapan tersebut, apakah faktor peningkatan jumlah armada penangkapan saja ataukah faktor lain? Misalnya faktor makanan ikan yaitu plankton (fitoplankton dan zooplankton). Belum adanya informasi mengenai pengaruh sebaran klorofil-a terhadap hasil tangkapan ikan yang di daratkan di PPI Sendang Biru membuat peneliti mencoba melakukan penelitian mengenai pengaruh sebaran klorofil-a pada koordinat 8° LS – 10° LS dan 110° BT – 115° BT di Perairan Selatan Jawa. Apakah klorofil-a yang merupakan *primary productivity* (produktivitas primer) yang dapat menaikkan jumlah fitoplankton sebagai makanan ikan dalam perairan memberikan pengaruh

terhadap hasil tangkapan? Dan apakah dengan diketahuinya sebaran klorofil-a dalam Perairan dapat mengoptimalkan hasil tangkapan ikan oleh nelayan?

## 1.2 Perumusan Masalah

1. Belum dipelajarinya sebaran klorofil-a yang ada pada koordinat  $8^{\circ}$  LS –  $10^{\circ}$  LS dan  $110^{\circ}$  BT –  $115^{\circ}$  BT di Perairan Selatan Jawa
2. Belum dipelajarinya hubungan antara sebaran klorofil-a pada koordinat  $8^{\circ}$  LS –  $10^{\circ}$  LS dan  $110^{\circ}$  BT –  $115^{\circ}$  BT di Perairan Selatan Jawa terhadap hasil tangkapan *yellowfin* tuna yang di daratkan di PPI Sendang Biru

## 1.3 Maksud dan Tujuan

### 1.3.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar pengaruh sebaran klorofil-a terhadap hasil tangkapan *yellowfin* tuna yang di daratkan di PPI Sendang Biru pada koordinat  $8^{\circ}$ LS -  $10^{\circ}$ LS dan  $110^{\circ}$ BT -  $115^{\circ}$ BT di Perairan Selatan Jawa.

### 1.3.2 Tujuan

1. Mengetahui sebaran klorofil-a pada koordinat  $8^{\circ}$ LS -  $10^{\circ}$ LS dan  $110^{\circ}$ BT-  $115^{\circ}$ BT di Perairan Selatan Jawa dengan menggunakan citra satelit MODIS
2. Mengetahui hubungan klorofil-a dan hasil tangkapan *yellowfin* tuna yang di daratkan di PPI Sendang Biru pada koordinat  $8^{\circ}$ LS -  $10^{\circ}$ LS dan  $110^{\circ}$ BT -  $115^{\circ}$ BT di Perairan Selatan Jawa

## 1.4 Kegunaan

1. Bagi instansi terkait, diharapkan dari hasil penelitian ini bisa dijadikan acuan model pengelolaan sumber daya perikanan secara berkelanjutan
2. Bagi kalangan akademis, diharapkan dapat menjadi alternatif wacana tentang potensi perikanan tangkap serta untuk pengembangan penelitian lanjutan

### 1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

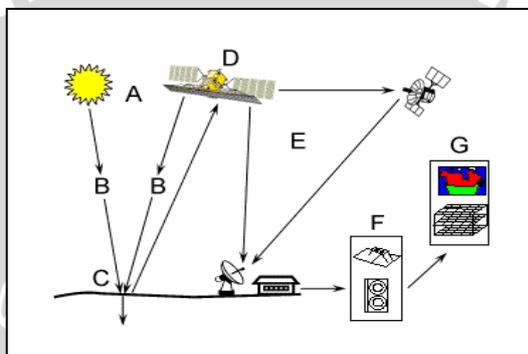
Penelitian ini dilaksanakan di PPI Sendang Biru pada Bulan Agustus Tahun 2008 dan di BROK (Balai Riset dan Observasi Kelautan) di Desa Perancak Kabupaten Jembrana Propinsi Bali pada Bulan September-Oktober Tahun 2008.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian Inderaja

Menurut Lillesand dan Kiefer, 1997, Istilah penginderaan jauh merupakan terjemahan dari kosa kata *Remote sensing* dalam bahasa Inggris. *Remote sensing* (penginderaan jauh) adalah ilmu pengetahuan dan seni untuk memperoleh informasi tentang permukaan bumi tanpa melakukan kontak/sentuhan dengannya. Ini dilakukan dengan "sense" dan perekaman energi yang dipantulkan dan dilepaskan oleh permukaan bumi dan kemudian energi tersebut diproses, dianalisa dan diaplikasikan sebagai informasi."



**Gambar 1. Sistem Penginderaan Jauh**

Dalam penginderaan jauh terdapat beberapa proses yang melibatkan interaksi antara radiasi dan target yang dituju, mencakup 7 elemen penting yakni:

1. Sumber Energi atau *Illumination* (A); merupakan elemen pertama dalam menyediakan energi elektromagnetik ke target interes
2. Radiasi dan Atmosfer (B); adalah perjalanan energi dari sumber ke targetnya dan sebaliknya. Energi akan mengalami kontak dengan target dan berinteraksi dengan atmosfer yang dilewatinya.
3. Interaksi dengan Target (C),
4. Perekaman Energi oleh Sensor (D); setelah energi dipancarkan atau dilepaskan dari target, elemen penting yang dibutuhkan adalah sensor untuk menumpulkan dan merekam radiasi elektromagnetik.

5. Transmisi, penerimaan dan Pemrosesan (E); energi yang terekam oleh sensor harus ditransmisikan untuk diterima oleh stasiun pengolahan, dimana data diolah menjadi citra (hardcopy ataupun digital)
6. Interpretasi dan Analisis (F); merupakan pengolahan image dengan interpretasi secara visual atau digital untuk mengekstrak informasi tentang target.
7. Aplikasi (G); elemen terakhir adalah pengaplikasian informasi tentang target untuk memperoleh pengertian yang lebih baik, menerima beberapa informasi baru, dan membantu pemecahan masalah, biasanya dalam proses ini digunakan sistem informasi geografis.

## 2.2 Radiasi Elektromagnetik

Sumber energi yang mengenai target disebut Radiasi Elektromagnetik (RE). Dua karakteristik RE yang sangat penting dalam pengertian penginderaan jauh adalah: panjang gelombang dan frekuensi. Semakin pendek gelombangnya semakin tinggi frekuensinya atau semakin panjang gelombangnya, maka semakin rendah frekuensinya. Kedua karakteristik RE ini adalah hal yang penting dalam mengartikan informasi yang diekstrak dari data penginderaan jauh.

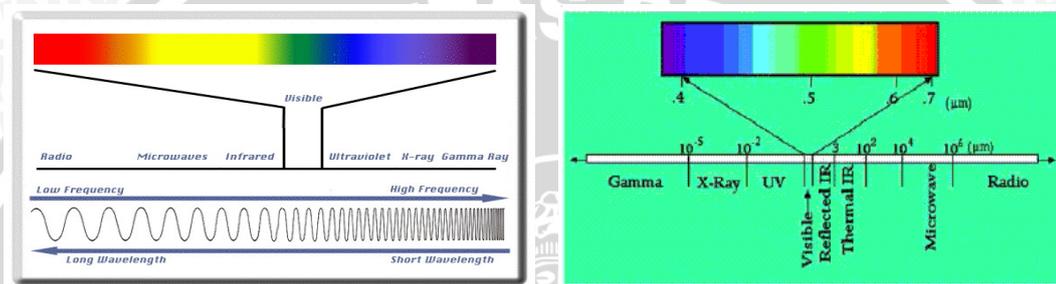
### a). Spektrum Elektromagnetik

Spektrum Elektromagnetik (SE) adalah rentang panjang gelombang terpendek sampai terpanjang. Ada beberapa daerah panjang gelombang yang digunakan dalam penginderaan jauh yaitu :

- Ultraviolet; merupakan gelombang terpendek
- Cahaya tampak : berkisar dari 0.4 sampai 0.7  $\mu\text{m}$  berturut-turut ungu, biru, hijau, kuning, jingga dan merah.
- Infra merah; berkisar antara 0.7 – 100  $\mu\text{m}$

Gelombang ultraviolet dipantulkan oleh beberapa material permukaan bumi seperti bebatuan dan mineral. Pada gelombang cahaya tampak, merah,

hijau dan biru merupakan warna utama yang akan digunakan secara luas dan mendalam dalam aktifitas pengolahan data indraja. Inframerah terbagi dua kategori yaitu : IR refleksi dan IR termal/emitted. Radiasi yang direfleksikan digunakan sama halnya dengan radiasi cahaya tampak untuk indraja, sedangkan radiasi yang dilepaskan (termal) digunakan untuk mengukur panas permukaan bumi. Kisaran panjang gelombang pada spektrum elektromagnetik dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



**Gambar 2. Panjang gelombang spektrum elektromagnetik**

(<http://www.geocities.com>)

**b). Interaksi dengan Atmosfer**

Sebelum radiasi yang digunakan untuk remote sensing mencapai bumi, terlebih dahulu melewati lapisan atmosfer. Partikel dan gas dalam atmosfer dapat mempengaruhi cahaya yang masuk dan radiasinya. Efek ini disebabkan oleh mekanisme dari scattering/hamburan dan absorpsi/penyerapan.

Scattering terjadi bila partikel atau molekul gas yang besar yang ada di atmosfer berinteraksi dan menyebabkan arah radiasi elektromagnetik melenceng dari jalur sebenarnya. Besarnya penyimpangan ini tergantung pada beberapa faktor termasuk panjang gelombang radiasi, kelimpahan partikel dan gas dan jarak perjalanan radiasi.

Absorpsi terjadi karena radiasi elektromagnetik berinteraksi dengan atmosfer, dimana molekul partikel dan gas menyerap energi pada panjang gelombang

yang beragam. Ozon, CO<sub>2</sub> dan uap air adalah 3 molekul atmosfer yang menyerap radiasi.

**c). Interaksi pada Target**

Radiasi yang tidak dihablurkan dan diserap atmosfer dapat mencapai permukaan bumi dan berinteraksi melalui 3 cara : penyerapan (absorpsi), transmisi dan pemantulan (refleksi). Besarnya energi pada ketiga interaksi ini tergantung pada panjang gelombang energi dan material serta kondisi materialnya.

**d). Satelit dan Sensor**

Sistem satelit dalam penginderaan jauh tersusun dari penyiam (scanner) dengan dilengkapi sensor pada wahana (platform) satelit, dan sensor itu dilengkapi oleh detektor. Untuk lebih jelasnya dapat diuraikan sebagai berikut :

- Penyiam merupakan sistem perolehan data secara keseluruhan termasuk sensor dan detektor.
- Sensor dipergunakan untuk menangkap energi dan mengubahnya dalam bentuk sinyal dan menyajikannya ke dalam bentuk yang sesuai dengan informasi yang ingin disadap
- Detektor merupakan alat pada sistem sensor yang merekam radiasi elektromagnetik.

Sinyal radiasi elektromagnetik yang sampai kesensor direkam dalam pita magnetik untuk diproses menjadi data visual atau digital yang dapat diolah komputer. Pilihan untuk menyajikan data pada citra satelit akan memberikan kesempatan pada pengguna untuk melakukan penyadapan informasi dengan berbagai cara sesuai dengan kebutuhannya.

Apabila seseorang peneliti akan menentukan pilihan terhadap jenis citra penginderaan jauh yang akan dianalisis, maka yang perlu diperhatikan ada beberapa hal yaitu :

**a. Resolusi spektral**

Resolusi spektral merupakan interval panjang gelombang khusus pada spektrum elektromagnetik yang direkam oleh sensor. Semakin sempit lebar interval spektrum elektromagnetik, resolusi spektral akan menjadi semakin tinggi. Contoh SPOT pankromatik *band* 3 mempunyai lebar interval 0.51-073m. Sedangkan TM3 mempunyai lebar interval 0.63 – 0.69 m, sehingga resolusi spektral SPOT lebih tinggi dari TM3.

**b. Resolusi spasial**

Resolusi spasial adalah ukuran terkecil dari objek yang dapat dibedakan oleh sensor atau ukuran daerah yang dapat disajikan oleh setiap piksel. Objek yang mempunyai ukuran lebih kecil dari ukuran piksel dapat dideteksi apabila mempunyai nilai kontras dengan sekitarnya, seperti jalan, pola drainase. Contoh : Landsat MSS mempunyai resolusi spasial yang lebih rendah : 80 m, dibanding dengan Landsat TM: 30 m. Bila sebuah sensor memiliki resolusi spasial 20 m citra yang dihasilkannya ditampilkan dengan resolusi penuh, maka setiap piksel mewakili luasan area 20x20 m di lapangan. Semakin tinggi resolusinya, maka semakin kecil area yang dapat dicakupnya.

**c. Resolusi Radiometrik**

Resolusi Radiometrik ditunjukkan oleh jumlah nilai data yang dimungkinkan pada setiap *band*. Hal ini ditunjukkan dengan jumlah bit perekam. Contoh pada Landsat TM mencakup 8 bit, sehingga julat nilai data pada spektral untuk setiap piksel adalah 0-255. Resolusi ini lebih tinggi dibanding dengan Landsat MSS saluran 4,5,6 yaitu 0-127 serta saluran 7 mempunyai julat nilai spektral 0-63.

**d. Resolusi Temporal**

Resolusi temporal ditunjukkan dengan seringnya citra merekam suatu daerah yang sama. Contoh : citra Landsat TM melewati suatu daerah yang sama

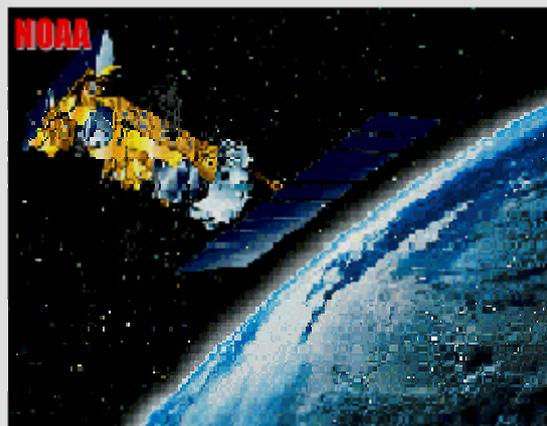
sebanyak 16 hari sekali, sedang NOAA dapat 2x sehari melewati daerah yang sama. Oleh karena itu resolusi temporal NOAA lebih tinggi daripada Landsat TM.

## 2.3 Macam-Macam Satelit

### 2.3.1 Satelit NOAA-AVHRR

Satelit NOAA-AVHRR merupakan satelit cuaca yang berfungsi untuk mengamati cuaca dan lingkungan. Satelit ini dimiliki oleh Departemen Perdagangan Amerika Serikat dan diluncurkan oleh *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) dan dioperasikan oleh *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Sekarang di atmosfer Indonesia setiap hari terdapat lima seri NOAA yaitu, NOAA-12, NOAA-14, NOAA-15 dan NOAA-17.

Gambar satelit NOAA bisa dilihat pada gambar di bawah ini :



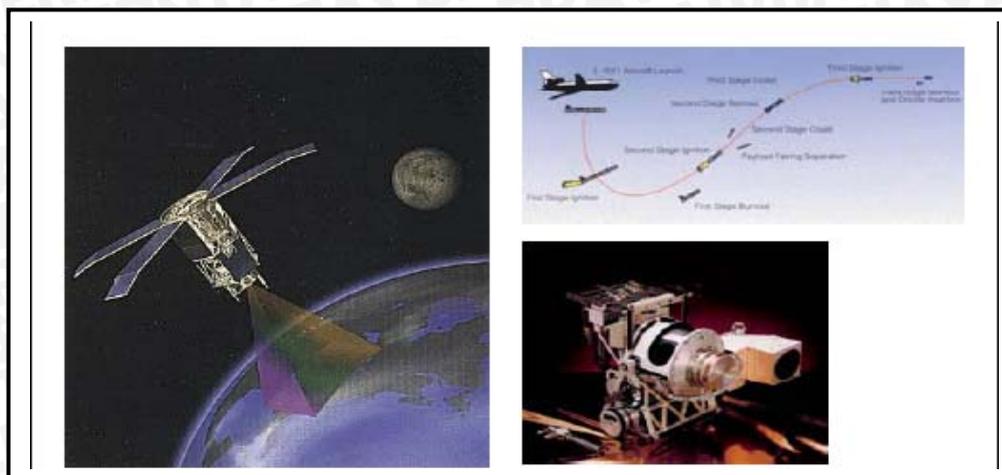
**Gambar 3. Satelit NOAA (JARS, 1993)**

Sensor AVHRR adalah alat optik yang dibuat oleh ITT *Aerospace* atau Divisi Optik. AVHRR menampilkan image multispektral dengan cara mensensor pantulan dari emisi matahari dan *emisi thermal*. Sensor ini mempunyai gambaran luasan daerah yang kecil, mengamati dengan sekilas jarak lintasan bumi melalui perputaran  $360^\circ$  dari kaca *scanner* yang berbentuk datar. Pengamatan ini dilakukan secara terus menerus. Semua kanal spektral sudah tercatat, jadi ukuran energi mereka semua berasal dari tempat yang sama dengan yang di

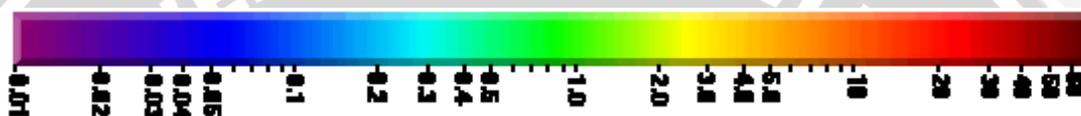
bumi, yang diperoleh pada waktu yang sama. Kelima kana pada sensor AVHRR telah dikalibrasi, jadi besarnya signal pada setiap kanal itu adalah merupakan ukuran tempat yang diradiasi dan diterima oleh sensor (Topoly,1996 dalam Hadi Prayitno, 2007). Untuk satelit yang menyajikan data tentang klorofil adalah satelit Seastar/SeaWifs.

### 2.3.2 Satelit SeaStar/SeaWifs

Sensor **SeaWiFS** (*Sea-Wide Field Sensor*) merupakan sensor satelit seastar. Satelit ini diluncurkan pada orbit rendah pada tanggal 1 Agustus 1997 dari pesawat Pegasus. Pembangunan dan pengendalian satelit Seastar dilakukan oleh OSC (*Orbital Science Corporation*). Satelit ini mentransmisikan dua jenis data yaitu LAC (*Local Area Coverage*) dan GAC (*Global Area Coverage*), masing-masing dengan tingkat real time data 665,4 Kbps dan 2 Mbps. Kedua data di atas ditransmisikan melalui band-S dengan frekuensi 2272.5 MHz. Skema peluncuran, satelit dan sensor SeaWiFS ada pada Gambar.4. SeaWiFS mampu memberikan informasi distribusi warna permukaan laut yang berkaitan dengan kandungan klorofil di suatu perairan. Data SeaWiFS memperlihatkan distribusi klorofil di wilayah pantai dan laut, sehingga sesuai untuk dipakai menentukan potensi lokasi ikan. Data ini dapat diperoleh seminggu sekali dengan syarat daerah liputan tidak tertutup awan. Data klorofil yang ditampilkan dalam satuan milligram / meterkubik (Gambar 4), sedangkan karakteristik satelit dan sensor dari satelit ini disajikan dalam Tabel 3



Gambar 4. Skema peluncuran, orbit Satelit Seastar dan sensor SeaWiFS



Gambar 4. Skala Nilai Kandungan Klorofil (mg/m3)

Tabel 3. Karakteristik Satelit dan Sensor Seawifs

Karakteristik Satelit dan Sensor	
Tipe Orbit	Sun Synchronous ketinggian 705 km
Equator Crossing Siang hari	+20 menit, descending
Periode Orbit	99 menit
Luas Sapuan	2,801 km LAC/HRPT (58.3 derajat)
Luas Sapuan	1,502 km GAC (45 derajat)
Resolusi Spasial	1.1 km LAC, 4.5 km GAC
Tingkat Real-Time Data	665 kbps Revisit Time 1 day
Digitasi	10 bits
<b>Band</b>	<b>Panjang Gelombang</b>
1	402 – 422 nm
2	433 – 453 nm
3	480 – 500 nm
4	500 – 520 nm
5	545 – 565 nm
6	660 – 680 nm
7	745 – 785 nm
8	845 – 885 nm

### 2.3.3 Satelit TOPEX / POSEIDON

Satelit TOPEX / POSEIDON membawa sensor RADAR (*Radio Detection and Ranging*) yang merupakan sensor aktif yang membawa energi sendiri, mengirimkan energi ke permukaan bumi dan merekam pantulan balik energi

yang telah dikirim untuk kemudian diolah menjadi citra. Dengan demikian, sensor TOPEX / POSEIDON terbebas dari kendala tutupan awan.

Satelit TOPEX / POSEIDON membawa sensor radar altimeter yang dapat mengukur beda tinggi rata-rata permukaan laut, sampai hitungan sentimeter. Perbedaan rata-rata tinggi permukaan laut tersebut digunakan untuk menentukan daerah potensi ikan di laut. Dari data satelit TOPEX / POSEIDON dapat dibuat citra kontur beda tinggi rata-rata permukaan laut (Realino, 2005).

#### 2.3.4 Satelit ASTER

Satelit TERRA adalah sebutan lain untuk satelit EOS (Earth Observing System) yang diluncurkan pada bulan Desember 1999. Satelit ini membawa 5 sensor yang salah satunya adalah sensor ASTER (*Advance Thermal Emission and Reflection Radiometer*). Sensor ASTER telah mengakuisisi data sejak bulan Desember 2000. Sensor satelit ASTER merupakan hasil kerjasama antara pemerintah Jepang dan Amerika dalam rangka pemecahan masalah-masalah sumberdaya dan lingkungan global (Realino, 2005).

#### 2.3.5 Satelit MODIS

Menurut Mustafa (2004) dalam Qurotun Aini (2007), MODIS adalah salah satu instrument utama yang dibawa *Earth Observing System* (EOS) Terra satelit, yang merupakan bagian dari program antariksa Amerika Serikat. *National and Space Administration* (NASA). MODIS mengorbit bumi secara polar (arah utara-selatan) pada ketinggian 705 km dan melewati garis khatulistiwa pada jam 10:30 waktu lokal. Lebar cakupan lahan pada permukaan bumi setiap putarannya sekitar 2330 km.

MODIS dilengkapi oleh *high radiometric sensitivity* (12 bit) dalam 36 band spektral yang mempunyai panjang gelombang antara 0,4  $\mu\text{m}$  sampai 14,4  $\mu\text{m}$ . Spektrum yang dimiliki oleh MODIS sama dengan yang ada pada AVHRR dan SeaWiFS, bahkan lebih banyak. Resolusi spasial pada kanal 1 dan 2 enam belas

kali lebih baik dari pada AVHRR atau SeaWiFS dan pada kanal 3 sampai 7 empat kali lebih tinggi. Kanal yang lain mempunyai resolusi spasial yang sama dengan AVHRR atau SeaWiFS. Spesifikasi dan karakteristik citra MODIS dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

**Tabel 4. Spesifikasi Citra MODIS (Conboy, 2004 dalam Prayitno, 2007)**

Orbit	705 km, 10:30 a.m. descending node (terra) or 1:30 p.m. ascending node (aqua), sun synchronous, near-polar, circular
Scan Rate	20.3 rpm, cross track
Swath	2330 km (cross track) by 10 km (along track at nadir)
Dimension	
Telescope	17.78 cm diam. Off-axis, afocal (collimated), with intermediate field stop
Size	1.0 x 1.6 x 1.0 m
Weight	228.7 kg
Power	162.5 W (single orbit average)
Date Rate	10.6 Mbps ( peak daytime ; 6.1 mbps (orbit average)
Quantization	12 bits
Spatial resolution	250 m (bands 1-2); 500 m (bands 3-7); 1000m (bands 8-36)
Design Life	6 years

Tabel 5. Karakteristik Citra MODIS (Conboy, 2004 dalam Prayitno, 2007)

Primary Use	Band	Band Width (nm)
Land/Cloud/Aerosols boundaries	1	620-670
	2	841-876
Land/Cloud/Aerosols Properties	3	459-479
	4	545-565
	5	1230-1250
	6	1628-1652
	7	2105-2155
Ocean color/Phytoplankton/Biogeochemistry	8	405-420
	9	438-448
	10	483-493
	11	526-536
	12	546-556
	13	662-672
	14	673-683
	15	743-753
	16	862-877
	Atmospheric Water Vapor	17
18		931-941
19		915-965
Surface/Cloud Temperature	20	3.660-3.840
	21	3.929-3.989
	22	3.929-3.3.989
	23	4.020-4.080
Atmospheric Temperature	24	4.433-4.498
	25	4.482-4.549
Cirrus Cloud Water Vapor	26	1.360-1.390

	27	6.535-6.895
	28	7.175-7.475
Cloud Properties	29	8.400-8.700
Ozone	30	9.580-9.880
Surface/Cloud Temperature	31	10.780-11.280
	32	11.770-12.270
Cloud Top Altitude	33	13.185-13.485
	34	13.485-13.785
	35	13.785-14.048
	36	14.048-14.385

Penelitian tentang kemungkinan pengaruh sebaran klorofil a terhadap hasil tangkapan ikan tuna disini menggunakan satelit MODIS dengan alasan satelit ini dapat mengetahui lebih awal informasi tentang permukaan bumi, atmosfer dan fenomena laut secara luas dan dapat digunakan oleh berbagai komunitas di seluruh dunia serta dapat diakses secara bebas melalui situs internet dengan mengakses ke website [www.oceancolor.gsfc.nasa.gov](http://www.oceancolor.gsfc.nasa.gov).

#### 2.4 Deskripsi Klorofil-a

Klorofil-a adalah pigmen hijau yang terdapat pada tumbuhan. Ada dua macam klorofil yang terdapat pada tanaman dan alga hijau, yaitu klorofil-a dan klorofil b. Klorofil-a adalah tipe klorofil yang paling umum pada tumbuhan. Kegunaannya bagi tanaman adalah untuk fotosintesa. Dalam inventarisasi dan pemetaan sumberdaya alam pesisir dan laut, klorofil-a digunakan untuk mengetahui keberadaan fitoplankton dalam air. Semakin tinggi konsentrasi klorofil-a maka semakin berlimpah fitoplankton pada perairan tersebut (BAKOSURTANAL, 2004).

## 2.5 Deskripsi Ikan Tuna

Ikan tuna termasuk dalam keluarga *Scombridae*, tubuhnya seperti cerutu, mempunyai dua sirip punggung, sirip depan yang biasanya pendek dan terpisah dari sirip belakang. Mempunyai jari-jari sirip tambahan (*finlet*) di belakang sirip punggung dan sirip dubur. Sirip dada terletak agak ke atas, sirip perut kecil, sirip ekor bercagak agak ke dalam dengan jari-jari penyokong menutup seluruh ujung hipural. Tubuh ikan Tuna tertutup oleh sisik-sisik kecil, berwarna biru tua dan agak gelap pada bagian atas tubuhnya, sebagian besar memiliki sirip tambahan berwarna kuning cerah dengan pinggiran berwarna gelap (Ditjen Perikanan, 1983 dalam <http://www.damandiri.or.id/file/epirospiatiipbbab2.pdf>)

### 2.5.1 Biologi dan Klasifikasi *Yellowfin* Tuna

Menurut Saanin (1984), klasifikasi ikan *Yellowfin* Tuna adalah:

Phylum	: Animalia
Sub Phylum	: Chordata
Kelas	: Pisces
Sub Kelas	: Teleostei
Ordo	: Perchomorphi
Sub Ordo	: Scombroidea
Family	: Scombridae
Genus	: Thunnus
Spesies	: <i>Thunnus albacores</i>



Gambar 5. *Yellowfin* Tuna (DKP, 2008)

Bentuk tubuh seperti torpedo yang memanjang, memiliki rostrum, dua sirip punggung; sirip depan biasanya pendek dan terpisah dari sirip belakang; pectoral tinggi; ekor berlekuk sangat dalam. Paling sedikit memiliki dua keel kecil disetiap sisi batang ekor, satu keel lebih besar. Garis linea lateralis sederhana. Tubuh ditutupi oleh sirip halus. Duri dari sirip punggung belakang dan sirip anal lebih panjang dibandingkan spesies lain. Permukaan sisi dan perutnya dipenuhi oleh

sekitar 20 garis vertikal atau bercak-bercak. Sirip anal dan ujung-ujung sirip kecil (*finlet*) berwarna kuning cerah. Memiliki 26-34 gigi raker pada insang pertama. Termasuk ikan buas, karnivor, predator. Hidup bergerombol kecil, tertangkap biasanya bersama-sama cakalang. Warna bagian atas gelap keabu-abuan, kuning perak bagian bawah. Sirip-sirip punggung, perut, sirip tambahan kuning cerah berpinggiran warna gelap. Pada perut terdapat  $\pm$  20 garis putus-putus warna putih pucat melintang. Ukuran dapat mencapai 195 cm, umumnya 50-150 cm dan beratnya 0.8-111 kg.

Daerah sebaran ikan di Perairan Timur Laut Sumatra Utara sampai Selatan Jawa, Nusa Tenggara dan di seluruh perairan laut dalam Indonesia bagian timur (Laut Banda, Laut Sulawesi, Laut Maluku), serta Samudra Pasifik bagian barat.

Madidihang atau *Yellowfin* tuna (*Thunnus albacares*), termasuk tuna yang berukuran besar, biasanya mencapai 2 meter. Para ahli perikanan menduga bahwa stok dari Samudra Pasifik dan stok dari Samudra Hindia dan Laut Banda. Tetapi bagaimana cara dan beberapa lamanya ikan-ikan itu berbaur belum diketahui dengan pasti. Kalau pendapat ini benar, berarti perairan pedalaman Indonesia merupakan tempat berbaur madidihang dari dua Samudra atau sebagai tempat melintasnya madidihang. Madidihang hidup diperairan yang bersuhu 17°C -31°C, dengan suhu optimum berkisar 19°C -23°C (Nontji, 1993).

## **2.6 Parameter Oseanografi yang Mempengaruhi Distribusi Fitoplankton**

### **2.6.1 Cahaya**

Menurut Nybakken (1992), Fitoplankton dapat melakukan aktivitas produksi hanya pada kedalaman penetrasi cahaya. Kedalaman penetrasi cahaya dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu absorpsi cahaya oleh air, panjang gelombang cahaya, kecerahan air, pemantulan cahaya oleh permukaan laut, lintang geografik dan musim

### 2.6.2 Suhu

Suhu dapat mempengaruhi fotosintesa di laut baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh secara langsung yakni suhu berperan untuk mengontrol reaksi kimia enzimatik dalam proses fotosintesa. Tinggi suhu dapat menaikkan laju maksimum fotosintesa ( $P_{max}$ ), sedangkan pengaruh secara tidak langsung yakni dalam merubah struktur hidrologi kolom perairan yang dapat mempengaruhi distribusi fitoplankton (Tomascik *et al*, 1997 dalam [www.Lapanrs/dataprod/ZPPI.pdf](http://www.Lapanrs/dataprod/ZPPI.pdf))

### 2.6.3 Kadar Zat Hara

Disrtibusi klorofil bervariasi tergantung dari asal pasokan zat atau nutrient dan intensitas cahaya matahari. Nutrien dapat dipasok dari air sungai yang masuk ke laut juga bias karena adanya arus naik (*upwelling*). Nutrien yang banyak ditemukan di pinggir laut adalah nutrient yang dibawa oleh sungai. Apabila ditemukan di laut yang jauh dari daratan, maka konsentrasi nutrient tersebut akibat dari proses arus naik.

### 2.6.4 Arus

Akibat pengaruh gelombang dan gerakan masa air, Fitoplankton terdistribusi baik secara vertikal maupun horisontal. Distribusi secara horisontal lebih banyak dipengaruhi oleh arus permukaan. Arus permukaan adalah gerakan massa air permukaan yang ditimbulkan oleh kekuatan angin yang bertiup melintasi permukaan air. Di laut, air permukaan menjadi panas saat siang hari dan menjadi dingin pada saat malam hari. Silih bergantinya pemanasan dan pendinginan ini akan mengubah kerapatan air dan mengakibatkan adanya sel-sel konveksi, yaitu satuan-satuan air yang sangat kecil yang akan naik atau turun dalam kolom air sesuai kerapatannya. Gerakan sel-sel konveksi ini sangat lemah dan dapat mengangkut organisme planktonik (Romimohtarto dan Juwono, 2003)

## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Materi Penelitian

Beberapa materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Data bulanan citra satelit MODIS time series dari Tahun 2003 – 2007 yang diambil dari website [www.oceancolor.gsfc.nasa.gov](http://www.oceancolor.gsfc.nasa.gov)
2. Data bulanan hasil tangkapan ikan Tuna dari BPPPI Sendang Biru dari Tahun 2003 – 2007

### 3.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam proses penelitian ini dibedakan menjadi dua yaitu perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*).

Adapun perangkat keras (*Hardware*) yang digunakan antara lain :

1. *Personal Computer* ( PC ) Pentium IV 2.28 GHz, 256 MB. Penggunaan PC dengan spesifikasi ini dapat mempercepat pengolahan data.
2. CD (*Compact Disk* ) dan *Flashdisk* untuk menyimpan data yang diperoleh dari satelit untuk menyimpan citra hasil olahan.
3. Printer yang berfungsi untuk mencetak data baik data citra ataupun data lainnya dari perangkat lunak (*Software*) ke bentuk perangkat keras (*Hardware*). Keluaran citra hasil olahan sebelum nantinya bisa dimanfaatkan oleh user, dihasilkan oleh alat ini pula.

Adapun perangkat lunak (*Software*) yang digunakan antara lain :

#### 1. ER-MAPPER

Merupakan salah satu *software* yang digunakan dalam mengolah data citra atau satelit sehingga dihasilkan keluaran yang diharapkan. *Software* yang memiliki motto "*Helping People Manage Earth*" ini juga dapat mempertajam data geografis dalam bentuk digital menjadi suatu tampilan yang lebih berarti bagi pengguna, dapat memberikan informasi kuantitatif suatu obyek serta dapat

memecahkan permasalahan seperti menghitung luasan dalam satuan *hectares*, *acres*, *square kilometres*, *square miles*, dan masih banyak yang lainnya.

## 2. ENVI

Merupakan *software* yang digunakan untuk rektifikasi (koreksi geometrik) dan algoritma.

## 3. SEADAS V 5.1

Digunakan untuk pengolahan citra *Aqua MODIS level 3* sehingga muncul citra klorofil-a

## 4. Microsoft Office (Word dan Excel)

*Microsoft Word* digunakan untuk proses pengetikan dan pembuatan tampilan citra sekaligus legenda dari keterangan-keterangan lain sebelum nantinya dicetak. Sedangkan *Microsoft Excel* digunakan untuk membantu proses penghitungan konsentrasi sebaran klorofil-a.

### 3.3 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode deskriptif. Metode deskriptif adalah suatu metode dalam meneliti status kelompok manusia, suatu obyek, suatu kondisi, suatu sistem pemikiran atau peristiwa pada masa sekarang. Tujuan dari penelitian deskriptif adalah untuk membuat deskripsi, gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antara fenomena yang diselidiki (Nazir, 2005).

### 3.4 Teknik Pengumpulan Data

#### 3.4.1 Wawancara

Salah satu metode pengumpulan data ialah dengan jalan wawancara yaitu mendapatkan informasi dengan bertanya langsung kepada responden. Wawancara merupakan suatu proses interaksi dan komunikasi yang mana di dalam prosesnya ditentukan oleh beberapa faktor yang berinteraksi dan mempengaruhi arus informasi contohnya saja faktor responden, pewawancara,

topik penelitian yang tertuang di dalam daftar pertanyaan dan situasi wawancara (Singarimbun & Effendi, 2006). Wawancara dilakukan kepada nelayan Sendang Biru pada Bulan Agustus 2008. Wawancara meliputi letak lintang dan bujur daerah penangkapan ikan, lama melaut dan jenis kapal yang digunakan dalam penangkapan ikan.

### **3.5. Jenis Data**

#### **3.5.1 Data Sekunder**

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder adalah data yang telah lebih dahulu dikumpulkan dan dilaporkan oleh orang diluar dari penyelidik sendiri, walaupun yang dikumpulkan itu sesungguhnya adalah data asli. Sumber data sekunder berisi data dari tangan kedua atau dari tangan ke sekian yang bagi penyelidik tidak mungkin berisi data yang seasli sumber data primer dan mungkin juga karena menyangkut hal-hal yang sangat pribadi sehingga sukar data itu didapat langsung dari sumber data primer. Oleh karena itu, sumber data sekunder dapat berperan untuk membantu mengungkap data yang diperlukan (Surachmad, 1985 dan Bungin, 2001). Data sekunder dalam penelitian ini adalah data hasil tangkapan ikan yang diperoleh dari BPPPI Sendang Biru dari tahun 2003 – 2007 serta data citra MODIS time series dari tahun 2003-2007.

#### **3.6 Metode Pengambilan Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Macam data yang diambil terdiri dari data yang didapat secara langsung dari sumbernya maupun data yang diambil dari pihak lain. Adapun data sekunder yang digunakan antara lain:

1. Data Hasil Tangkapan dan posisi *fishing ground*

Data hasil tangkapan ikan diperoleh dari Balai Pengelola Pangkalan Pendaratan Ikan (BPPPI) Sendang Biru dan untuk data posisi *fishing ground*

diperoleh melalui wawancara dengan nelayan. Adapun data hasil tangkapan ikan yang digunakan adalah data tangkapan Tahun 2003 sampai Tahun 2007. Dan data posisi *fishing ground* diperoleh melalui wawancara dengan nelayan. Posisi *fishing ground* dalam penelitian ini adalah 8°LU-10°LS dan 110°BT-115°BT.

## 2. Data klorofil-a

Data klorofil-a diperoleh melalui data citra satelit MODIS AQUA yang telah dianalisa ulang yang diperoleh dari NASA *Goddard Space Flight Center* melalui situs <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/browse.pl> disini data yang digunakan adalah data klorofil-a permukaan perairan rata-rata bulanan dari bulan Januari 2003 – Desember 2007 dengan resolusi spasial 9 km yang disajikan dalam format hdf.

## 3. Data Suhu Permukaan Laut (SPL)

Data SPL diperoleh melalui data citra satelit MODIS yang diperoleh dari situs <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/browse.pl>. Disini data yang digunakan adalah data suhu permukaan laut bulanan dari Bulan Januari 2003 – Desember 2007 dengan resolusi spasial 9 km.

### 3.7 Prosedur Pengolahan Citra

#### 3.7.1 Pengolahan Citra Satelit MODIS

Pengolahan data MODIS untuk mengolah data klorofil-a dalam penelitian ini dapat dibagi menjadi tahapan-tahapan sebagai berikut:

- 1) Klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut (SPL)
  - a. Pemilihan Citra Bebas Awan (khusus klorofil-a)

Pemilihan citra bebas awan dilakukan dengan cara menampilkan citra masing-masing kanal pada layar monitor. Dalam proses ini akan dapat dilihat persentase luasan awan, noise dan kemungkinan lain yang menyebabkan citra tidak layak diolah pada tahap selanjutnya.

b. Koreksi Geometrik

Untuk mendapatkan citra distribusi yang mempunyai akurasi posisi lokasi (koordinat) yang tinggi dan sesuai dengan posisi koordinat peta, maka dilakukan proses koreksi geometrik dengan menggunakan titik kontrol pada citra dan posisi koordinat pada peta. Proses koreksi geometrik dilakukan pada citra hasil klasifikasi (tidak terhadap citra yang asli) dengan tujuan untuk mempercepat proses koreksi geometrik.

Untuk pengolahan citra MODIS adalah sebagai berikut:

### 3.7.2 Proses Pengolahan Citra Satelit

Pengolahan citra satelit dilakukan dengan menggunakan *software SeaDAS* untuk menghitung nilai konsentrasi klorofil-a yang merupakan indikator untuk mengetahui tingkat kesuburan perairan. Data yang digunakan adalah citra satelit *time series Aqua\_Modis level 3*. Proses pengolahan data dilakukan dengan *software SeaDAS V5.1* yang dijalankan di sistem operasi Linux. Dalam *software SeaDAS V5.1*, data ditampilkan, kemudian disimpan dalam bentuk *binary* dengan tipe file *SeaDAS Mapped*. Data yang diolah sudah berupa data format gambar dan data *numeric* yang masing-masing berekstensi (\*.png) untuk data format gambar dan (\*.asc) untuk data *numeric*.

### 3.8 Analisa Data

Analisa dilakukan secara temporal terhadap data peta sebaran klorofil-a yang memenuhi kriteria potensi sebaran ikan tuna di Perairan Sendang Biru.

#### a). Analisa Data Klorofil-a

Melakukan kegiatan analisa klorofil-a melalui kajian perubahan warna permukaan laut yang ditampilkan oleh citra MODIS. Analisis dilakukan untuk mengetahui variasi spasial dan temporal nilai indeks klorofil-a. Proses analisa spasial dilakukan dengan melihat persamaan dan perbedaan nilai konsentrasi yang terdapat pada peta sebaran klorofil-a rata-rata bulanan, sedangkan analisa

temporal dilakukan dengan menggunakan grafik nilai konsentrasi klorofil-a menurut waktu sehingga dapat diketahui pola sebaran klorofil-a secara temporal, sebelumnya dilakukan dengan cara mencari rata-rata nilai klorofil-a dengan menggunakan program *Excel*. Dan diperoleh gambar sebaran klorofil-a dan nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a bulanan, selanjutnya nilai rata-rata bulanan disajikan dalam satu tahun dalam bentuk grafik, seterusnya sampai tahun 2007 kemudian dibuat grafik untuk mengetahui nilai anomalnya. Nilai anomali diperoleh dengan cara membagi nilai klorofil-a di bulan tertentu dengan nilai rata-rata bulanan klorofil-a di bulan yang sama selama tahun 2003 – 2007. Persamaan matematis untuk menentukan nilai anomali klorofil-a adalah sebagai berikut :

$$\text{Anomali klorofil-a} = X_{\text{chlorophyl-a}} - \bar{X}_{\text{Chlorophyl-a}}$$

Dimana :  $X$  = data klorofil-a bulan a;

$\bar{X}$  = rata-rata bulanan klorofil-a bulan a selama n tahun

Kemudian untuk melihat kecenderungan naik atau turunnya data kita menggunakan analisa tren , terlebih dahulu kita buat grafik kemudian pada program *excel* yang sudah tersedia kita peroleh garis *trendline* sehingga dapat diketahui kecenderungan naik atau turunnya data. Adapun persamaan untuk menentukan nilai *trendline* adalah

$$\text{Tren} = \sqrt[n-1]{\left(\frac{Y_n}{Y_1}\right)} - 1 \times 100\%$$

Dimana: n = banyaknya data yang digunakan

$Y_n$  = data tahun ke-n

$Y_1$  = data tahun ke-1

Tabel 6. Nilai Kisaran Klorofil-a

Kelas	Konsentrasi (mg/m <sup>3</sup> )	Keterangan
I	< 0,3	Konsentrasi rendah / clear water
II	0,3 – 0,5	Konsentrasi sedang / medium rich phytoplankton
III	0,5 – 1,0	Konsentrasi tinggi / rich phytoplankton
IV	1,0 – 2	Klorofil-a dan muatan suspensi tinggi
V	> 2	Muatan suspensi tinggi / high turbidity

Sumber : BAKOSURTANAL (2004)

### b). Analisa Data Hasil Tangkapan

Data hasil tangkapan ini diperoleh dari laporan statistik yang digunakan sebagai acuan untuk mengetahui kemungkinan pengaruh sebaran klorofil-a terhadap jumlah hasil tangkapan ikan. Analisa data ini menggunakan program *Excel*, untuk mengetahui apakah ada hubungan linier antara sebaran klorofil-a dan hasil tangkapan ikan. Sebelumnya dilakukan dengan cara mencari nilai rata-rata *Catch per Unit Effort* (CpUE) setiap bulannya untuk mengetahui fluktuasi hasil tangkapan. Dalam penelitian ini data hasil tangkapan diperoleh dari BPPPI Sendang Biru Kabupaten Malang. Untuk mengetahui nilai total CpUE seluruh perairan Sendang Biru digunakan persamaan sebagai berikut:

$$CpUE = \frac{C}{E}$$

Dimana: C = data Catch (kg)

E = jumlah alat tangkap yang beroperasi (unit)

Sama seperti halnya pada analisa data klorofil-a, setelah diketahui nilai CpUE bulanan, selanjutnya nilai CpUE bulanan disajikan dalam satu tahun dalam bentuk grafik dan seterusnya sampai tahun 2007, kemudian dibuat grafik untuk mengetahui nilai anomalnya. Adapun persamaannya adalah

$$\text{Anomali CpUE} = Y_{\text{CpUE}} - \bar{Y}_{\text{CpUE}}$$

Dimana:  $Y$  = CpUE bulan a

$\bar{Y}$  = rata-rata bulanan CpUE bulan a selama n tahun

Kemudian untuk melihat kecenderungan naik atau turunnya data, digunakan analisa tren, terlebih dahulu dibuat grafik kemudian pada program *excel* yang sudah tersedia diperoleh garis *trendline* sehingga dapat diketahui kecenderungan naik atau turunnya data. Dan selanjutnya nilai CpUE dikorelasikan dengan nilai rata-rata klorofil-a untuk mengetahui hubungan keeratan kedua peubah antara hasil tangkapan ikan dan (peubah tak bebas) dengan konsentrasi klorofil-a (peubah bebas).

### c). Analisa Statistik

Proses perhitungan uji statistik ini menggunakan analisa regresi linear sederhana. Untuk persamaan regresi linear sederhana menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel 2003*. Persamaan matematis regresi linear sederhana adalah sebagai berikut :

$$\hat{Y} = a + bX$$

Dimana :  $\hat{Y}$  = Subyek dalam variabel dependen yang diprediksiksn  
(total produksi ikan pelagis)

$a$  = Harga Y ketika harga  $X = 0$  (harga konstan)

$b$  = Angka arah atau koefisien regresi

$x$  = Subyek pada variabel independen yang mempunyai nilai tertentu (konsentrasi klorofil-a)

Tabel 7. Intepretasi koefisien korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Sumber: Sugiyono (2007)

Analisa korelasi terdapat suatu angka yang disebut dengan koefisien determinasi yang besarnya adalah kuadrat dari koefisien korelasi ( $r^2$ ). Persamaan regresi linear sederhana dapat diketahui hubungan keeratan kedua peubah antara hasil tangkapan ikan (peubah tidak bebas) dengan konsentrasi klorofil-a (peubah bebas) dengan menghitung nilai koefisien korelasi (R). Jika semakin besar nilai koefisien korelasi (mendekati nilai 1) maka akan semakin erat hubungan kedua peubah, dan sebaliknya jika semakin kecil nilai korelasi maka tidak ada hubungan yang erat antara kedua peubah.

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Keadaan Geografis dan Topografi Lokasi Penelitian

Perairan Sendang Biru sebagai lokasi penelitian merupakan pusat produksi perikanan tangkap yang terletak di bagian selatan Kabupaten Malang dengan jarak tempuh 75 km dari Kabupaten Malang. Secara administratif perairan ini termasuk dalam wilayah Desa Tambak Rejo, Kecamatan Sumber Maning Wetan, Kabupaten Malang. Berdasarkan kondisi geografisnya Sendang Biru berada pada posisi  $08^{\circ} 22' 15''$  LS dan  $112^{\circ} 43' 32'' - 112^{\circ} 47' 30''$  BT, yang memiliki batas wilayah sebagai berikut :

Sebelah Utara	: Desa Kedung Banteng
Sebelah Timur	: Desa Tambak Rejo
Sebelah Selatan	: Samudera Hindia
Sebelah Barat	: Desa Sitarjo

Berdasarkan kondisi topografinya Desa Tambak Rejo berada pada ketinggian 15 meter dari permukaan laut. Secara umum iklim Desa Tambak Rejo memiliki iklim tropis dan setiap tahun terjadi musim penghujan dan kemarau, sedangkan curah hujan rata-rata 1.350 mm per tahun dengan suhu rata-rata  $32^{\circ}\text{C}$ . Wilayah Desa Tambak Rejo sebagian besar merupakan perpanjangan dari lereng gunung dan jajaran pantai selatan yang berhutan serta terdapat sendang (sumber mata air) yang merupakan sumber air tawar bagi masyarakat setempat. Desa Tambak Rejo memiliki luas wilayah keseluruhan sebesar 2.735,850 km<sup>2</sup>. Dari luas desa tersebut sebagian besar digunakan sebagai areal hutan dan tegal, sisanya berupa pekarangan, kebun, sawah, perumahan penduduk, tempat ibadah, jalan desa, pemakaman maupun prasarana umum lainnya.

Mengenai keterangan pembagian arah berdasarkan penggunaannya dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8. Pembagian tanah berdasarkan penggunaannya**

Penggunaan tanah	Luas tanah (ha)		
	2001	2002	2003
Hutan	2.315,34	2.185,53	1.975,26
Tegal	185,91	282,56	411,12
Pekarangan	127	148	213
Sawah	78	89	104

Sumber : Konsorsium Mitra Bahari (2006)

Berdasarkan keterangan tabel diatas, pembukaan ladang baru pada area hutan dalam periode terakhir ini makin banyak terjadi, baik oleh warga lokal maupun warga pendatang guna memenuhi tuntutan kebutuhan ekonomi. Luas hutan pada tahun 2001 tercatat seluas 2.315,34 hektar, tetapi pada tahun 2003 hanya tersisa seluas 1.975,26 hektar.

Pembukaan ladang baru secara besar-besaran menempatkan sumber hayati hutan yang tumbuh sepanjang perbukitan perairan pantai Sendang Biru terancam kepunahan. Wilayah hutan tersebut telah dibuka untuk area tegal atau ladang dengan tanaman utama pisang maupun jagung oleh masyarakat sekitar. Makin maraknya pembukaan ladang yang tidak terkontrol pada area hutan tersebut dapat menimbulkan dampak negatif pada kondisi alam. Adapun faktor penyebab terjadinya bencana alam tanah longsor karena makin berkurangnya area hutan. Fungsi hutan sebagai penunjang penyerapan air tanah maupun penahan struktur tanah yang berbukit-bukit telah dirusak keberadaannya, sehingga diperlukan penanganan lebih lanjut untuk menjaga kelestariannya. Alternatif dalam pengelolaan wilayah tersebut sebaiknya lebih diutamakan dari sektor perikanan maupun pariwisata.

Pengelolaan wilayah Perairan Sendang Biru dalam sektor perikanan karena memiliki potensi sumberdaya perikanan laut melimpah, dari sektor pariwisata

perlu dimanfaatkan karena kondisi alam Sendang Biru memiliki panorama alami yang indah. Hal tersebut ditunjang dengan adanya pulau kecil, yaitu Pulau Sempu yang memiliki fungsi sebagai cagar alam maupun penahan serangan gelombang dan tiupan angin secara langsung dari arah laut lepas. Perairan Sendang Biru rata-rata memiliki kedalaman lebih dari 1.000 meter. Pada jarak 50 meter dari pantai, perairan ini berbatasan langsung dengan Samudera Hindia, umumnya memiliki gelombang yang relatif besar terutama pada daerah-daerah yang masuk ke pantai-pantai yang curam dan terjal.

Dengan adanya Pulau Sempu, maka kondisi pantai Sendang Biru relatif aman, sehingga pada saat ini oleh pemerintah setempat dimanfaatkan sebagai tempat wisata, selain ombaknya tidak terlalu besar, perairan ini juga memiliki pemandangan yang sangat indah serta dapat menunjang adanya sebuah aktivitas perikanan. Aktivitas perikanan tersebut dapat ditunjang dengan didirikannya Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Pondok Dadap yang memiliki fungsi penting dalam pengembangan potensi perikanan Sendang Biru.

PPI Pondok Dadap berfungsi memberikan pelayanan yang diperlukan oleh para nelayan, diantaranya berupa Tempat Pelelangan Ikan (TPI). TPI ini dikelola oleh Koperasi Unit Desa (KUD) MINA JAYA yang merupakan sebuah badan usaha nelayan dengan memberikan pelayanan berupa pengadaan pelelangan ikan di TPI, penyediaan sarana dan prasarana meliputi gedung TPI beserta tempat pendaratan ikan di TPI, pelabuhan kapal, lokasi tempat pemindangan, gudang tempat penyimpanan ikan segar, areal pengeringan, warung makan, penyaluran air bersih serta menyediakan bahan dan alat penangkap ikan dan unit pupuk serta berbagai barang kebutuhan petani maupun nelayan.

## 4.2 Keadaan Umum Perikanan

### 4.2.1 Potensi Sumberdaya Manusia di Bidang Perikanan

Jumlah penduduk Desa Tambak Rejo Dusun Sendang Biru adalah  $\pm$  3.572 jiwa yang terdiri dari 887 kepala keluarga. Jenis usaha untuk penduduk yang jauh dengan wilayah pesisir diantaranya RT 01 sampai dengan RT 05 sebagian besar adalah pertanian, sedangkan untuk penduduk yang bertempat tinggal di wilayah pesisir atau dekat dengan pantai diantaranya RT 06 sampai dengan RT 16 adalah usaha perikanan yaitu sebagai nelayan. Potensi sumberdaya manusia di Desa Tambak Rejo Dusun Sendang Biru cukup beragam, jika dilihat dari tingkat pendidikan masyarakat Sendang Biru masih rendah karena sebagian besar merupakan lulusan SD. Begitu pula dengan nelayan yang kurang pengetahuan mengenai perikanan seperti penanganan pertama pada ikan agar ikan tetap segar.

### 4.2.2 Potensi Sumberdaya Alam

Sendang Biru merupakan daerah pesisir yang kaya akan sumberdaya alam. Selain potensial pada sektor kelautan, sektor pertanian juga berkembang di daerah ini. Potensi ini belum dimanfaatkan secara optimal karena keterbatasan fasilitas dan rendahnya SDM dari masyarakat setempat. Oleh karena itu perlu adanya kerjasama yang baik antara masyarakat setempat, pemerintah daerah, perguruan tinggi dan pihak swasta (investor) dalam mengelola sumberdaya alam.

Pada Desa Sendang Biru yang terletak di Kabupaten Malang ini hanya terdapat sungai dan rawa saja, sedangkan untuk perairan umum lainnya tidak ada. Dusun Sendang Biru merupakan gabungan antara daerah pegunungan dan pesisir laut, daerah ini juga mencakup rawa dan sungai. Sungai yang terdapat di daerah ini biasanya dimanfaatkan masyarakat untuk pengadaan air bersih dan memancing.

Kawasan Sendang Biru terdapat sungai tidak permanen yaitu Kali Clungup dengan topografi yang berupa perbukitan, sehingga menyebabkan terjadinya *run off* yang masuk dalam perairan laut maupun perairan permukaan melalui aliran. Dan pada saat musim hujan terjadi *run off* yang lebih besar, karena perusakan hujan. Penduduk di sekitar Kali Clungup (Kampung Raas) tidak ada yang memiliki sanitasi dalam rumah dan lingkungan, sehingga mereka memanfaatkan Kali Clungup dan perairan laut untuk keperluan MCK.

Sumber air tanah berupa air tanah dangkal dan air tanah dalam. Kedalaman air dari permukaan tanah adalah satu meter. Air tanah dalam kawasan Sendang Biru sangat potensial menjadi sumber air bersih untuk konsumsi rumah tangga dari air tanah dalam berasal dari Sendang Gambir dan Sendang Biru dialirkan ke rumah-rumah penduduk. Pengelolaan air bersih selama ini dikelola oleh Koperasi.

#### **4.2.3 Kegiatan Usaha Perikanan**

Ada berbagai macam usaha perikanan pada daerah Sendang Biru antara lain pabrik pengolahan, pemindangan, pengasinan dan ekspor ikan. Usaha perikanan adalah segala macam usaha yang bergerak pada sektor perikanan mulai dari usaha penangkapan, *fish handling* (penanganan ikan), pengalengan, pembekuan, pengasapan, pemindangan, pengasinan dan usaha pengolahan produk perikanan, selain itu usaha budidaya juga termasuk didalamnya. Usaha perikanan yang ada di dusun Sendang Biru diantaranya adalah penangkapan, pemindangan dan pengasinan, produk hasil perikanan ini didistribusikan ke pasar lokal dan beberapa daerah misal Pasuruan (ATI), Jember dan Bali yang nantinya akan diekspor. Usaha pemindangan di daerah ini mampu mendirikan suatu lapangan pekerjaan bagi warga sekitarnya. Sedangkan untuk usaha pengasinan di daerah ini masih belum berkembang dikarenakan harga ikan asin yang kurang menguntungkan dikarenakan biaya produksi lebih besar daripada harga jualnya.

- Usaha perikanan yang sudah ada :
  - ❖ Pemindangan
  - ❖ Pabrik Pengolahan Asinan
  - ❖ Ekspor ikan ekonomis penting, misalnya Tuna, Tongkol dan Cakalang
  - ❖ Pabrik Es
- Usaha perikanan yang berpotensi diadakan atau dikembangkan :
  - ❖ Pabrik Pengalengan
  - ❖ Ekowisata Pulau Sempu
  - ❖ Tempat Pembekuan Ikan (Cold Storage)

#### 4.2.4 Armada Penangkapan

Alat tangkap yang ada pada daerah perairan ini selalu mengalami peningkatan yang cukup drastis. Ini menunjukkan bahwa sektor perikanan mengalami kemajuan. Banyak teknologi yang dikembangkan guna mendukung kemajuan perikanan di Sendang Biru antara lain adalah pengoperasian alat tangkap seperti payang, gill net, tonda (sekocian), pole and line, rawai tetel atau jaring klitik.

Dengan muncul dan banyaknya perubahan yang terjadi pada alat tangkap yang ada, maka banyak pergantian atau penurunan ataupun peningkatan pemakaian terhadap sebagian alat tangkap. Alat tangkap yang mengalami penurunan adalah jenis jaring gillnet dan payang. Alat tangkap yang mengalami peningkatan adalah jenis tonda (sekocian). Ini disebabkan karena hasil tangkapan dan biaya melautnya lebih murah dibandingkan alat tangkap yang lain. Pada daerah ini jumlah alat tangkap yang beroperasi yang tercatat oleh Balai Perikanan setempat pada bulan Juni 2006 berjumlah 465 dan bulan April 2008 berjumlah 279.

Armada penangkapan juga mengalami perubahan yang cukup drastis dengan penambahan jumlah alat tangkap. Armada penangkapan terdiri dari kapal motor, perahu motor tempel serta perahu tanpa motor. Dahulu perahu yang ada di daerah ini yang paling banyak adalah perahu tanpa motor. Dengan adanya perubahan zaman dan majunya teknologi serta adanya nelayan pendatang yang lebih maju menyebabkan perubahan jenis armada dengan penggerak motor. Adanya perubahan armada tersebut menyebabkan terjadinya suatu rasa kekeluargaan dan ingin saling melindungi antar para nelayan dengan mendirikan suatu perkumpulan atau organisasi. Perkumpulan tersebut antara lain perkumpulan nelayan perahu sekoci yang diketuai oleh Bapak H. Mardikan, kelompok nelayan payang diketuai oleh Bapak H. Demo dan perkumpulan nelayan jukung diketuai oleh Bapak Prawito. Pada tahun 1997 jumlah armada penangkapan yang ada berjumlah 308 unit yang didominasi oleh banyak perahu tanpa motor. Menurut data statistik Dinas Perikanan pada tahun 2005 jumlahnya mencapai 448 unit. Sampai bulan Juni tahun 2006 jumlahnya mencapai 458 unit dengan didominasi oleh perahu bermotor. Data perkembangan armada dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada daerah perikanan yang ada di Indonesia, masyarakatnya memiliki keanekaragaman kebudayaan dan cara hidup, hal ini disebabkan karena adanya masyarakat nelayan pendatang atau yang disebut nelayan andon. Nelayan ini biasanya hanya bersifat sementara tinggal pada daerah persinggahan, sedangkan nelayan andon yang tetap tinggal pada daerah tersebut biasanya disebut nelayan pendatang. Begitu juga yang terjadi di daerah ini, banyaknya nelayan yang singgah maka di daerah ini mengalami perubahan pada armada penangkapan yang digunakan, yaitu adanya armada sekoci. Jumlah nelayan yang ada pada daerah Sendang Biru menurut data Dinas Perikanan setempat yaitu BPPI Pondok Dadap dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9. Jumlah Armada penangkapan dan Nelayan yang ada pada daerah Sendang Biru.**

No	Armada Penangkapan	Jumlah Armada Penangkapan (unit)	Jumlah Nelayan (orang)
1	Payang		
	a. Lokal	26	572
	b. Andon	0	0
2	Sekoci		
	a. Lokal	171	855
	b. Andon	168	840
3	Purse seine		
	a. Lokal	0	0
	b. Andon	0	0
4	Jukung	31	31
5	Kunting	62	62
<b>Jumlah</b>		<b>458</b>	<b>2.360</b>

Sumber : Konsorsium Mitra Bahari (2006)

Untuk ikan yang tertangkap pada Sendang Biru tergantung dari jenis alat tangkap yang digunakan. Pada daerah Sendang Biru ikan yang tertangkap biasanya paling banyak tertangkap adalah jenis ikan tuna, tuna kecil, cakalang, cumi-cumi, layang, lemuru, hiu dan ikan-ikan ekonomis lainnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10. Jenis Alat Penangkapan dan Jenis Ikan yang Tertangkap**

No	Jenis Alat Tangkap	Jenis Ikan Yang Tertangkap
1	Payang	▪ Cakalang
		▪ Tongkol
		▪ Lemuru
		▪ Cumi-cumi
		▪ Hiu
		▪ Layur
		▪ Kembung
		▪ Tengiri
		▪ Selar
2	Sekoci	▪ Cakalang

		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tongkol</li> <li>▪ Tuna</li> <li>▪ Tuna kecil</li> <li>▪ Layang</li> </ul>
3	Jukung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lemuru</li> <li>▪ Petek</li> <li>▪ Kerapu</li> <li>▪ Kerong-kerong</li> <li>▪ Tengiri</li> <li>▪ Selar</li> <li>▪ Belanak</li> <li>▪ Layur</li> </ul>
4	Kunting	Ikan-ikan kecil

Sumber : Sukandar (2007)

#### 4.2.5 Produksi Perikanan di Sendang Biru

Produksi perikanan Sendang Biru dalam Sukandar 2007, jenis-jenis ikan yang tertangkap meliputi tuna, cakalang, tongkol, tembang, lemuru dan lain sebagainya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 11.

**Tabel 11. Jenis Ikan Tangkapan di PPI Pondok Dadap**

No	Nama Indonesia	Nama Latin/Ilmiah
1	Tuna	<i>Thunus spp</i>
2	Cakalang	<i>Katsuwonus pelamis</i>
3	Tongkol	<i>Auxis thazard</i>
4	Tongkol Pisang	<i>Euthynnus affinis</i>
5	Tembang	<i>Sardinella fimbriata</i>
6	Lemuru	<i>Sardinella lemuru</i>
7	Layang	<i>Decapterus sp</i>
8	Cumi-cumi	<i>Loligo sp</i>
9	Hiu	<i>Cacarinidae</i>
10	Belanak	<i>Valamugil speigleri</i>
11	Layaran	<i>Istiophirus gladius</i>
12	Tengiri	<i>Scomberomorus commerson</i>
13	Kembung	<i>Rastrelliger spp</i>
14	Layur	<i>trishiurus</i>

Sumber : Sukandar (2007)

### 4.3 Analisa Data

Citra MODIS dapat diperoleh dari 2 jenis satelit yang mengorbit di angkasa, yaitu Satelit TERRA dan AQUA. Akan tetapi, untuk kepentingan aplikasi digunakan citra MODIS dari satelit AQUA. Data Citra MODIS diperoleh dari hasil download di homepage NASA (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>). Informasi yang dapat diperoleh dari citra MODIS satelit AQUA adalah data suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a.

Diantara parameter oseanografi yang mempunyai hubungan erat dengan kehidupan ikan khususnya ikan pelagis adalah suhu air laut dan kesuburan perairan. Dengan menggunakan data citra MODIS dapat diperoleh informasi tentang data kandungan klorofil yang menunjukkan kesuburan perairan. Dari sebaran suhu permukaan laut dan kesuburan perairan tersebut dapat diperoleh informasi tentang fenomena *upwelling* yang merupakan indikator daerah potensi berkumpulnya ikan. Karena perairan laut Indonesia yang sangat dinamis, maka penggunaan data citra MODIS untuk pengamatan fenomena oseanografi merupakan alternatif yang sangat tepat karena mempunyai resolusi temporal (*repetitive time*) yang cukup tinggi misalnya setiap 4 jam.

Klorofil merupakan salah satu parameter yang sangat menentukan produktivitas primer di laut. Klorofil-a adalah tipe klorofil yang paling umum pada tumbuhan. Kegunaannya bagi tanaman adalah untuk fotosintesa. Dalam inventarisasi dan pemetaan sumberdaya alam pesisir dan laut, klorofil-a digunakan untuk mengetahui keberadaan fitoplankton dalam air. Semakin tinggi konsentrasi klorofil-a maka semakin berlimpah fitoplankton pada perairan tersebut. Naik turunnya jumlah fitoplankton dalam perairan di pengaruhi oleh fenomena oseanografi yaitu terjadinya *upwelling*.

*Upwelling* adalah proses naiknya massa air dari lapisan yang lebih dalam ke lapisan yang lebih atas atau menuju permukaan. Massa air yang berasal dari

lapisan dalam akan menggantikan kekosongan tempat aliran lapisan permukaan air yang menjauhi pantai. Terjadinya *upwelling* di perairan Indonesia dan sekitarnya ada yang berskala besar seperti di Laut Selatan Jawa dan ada yang berskala kecil seperti di Selat Makasar dan Selat Bali. *Upwelling* di perairan Indonesia bersifat musiman, Terjadi pada musim timur (Juli-September) dan berlangsung selama beberapa bulan. Hal itu menunjukkan adanya hubungan yang erat antara *upwelling* dan musim (Realino,dkk, 2005).

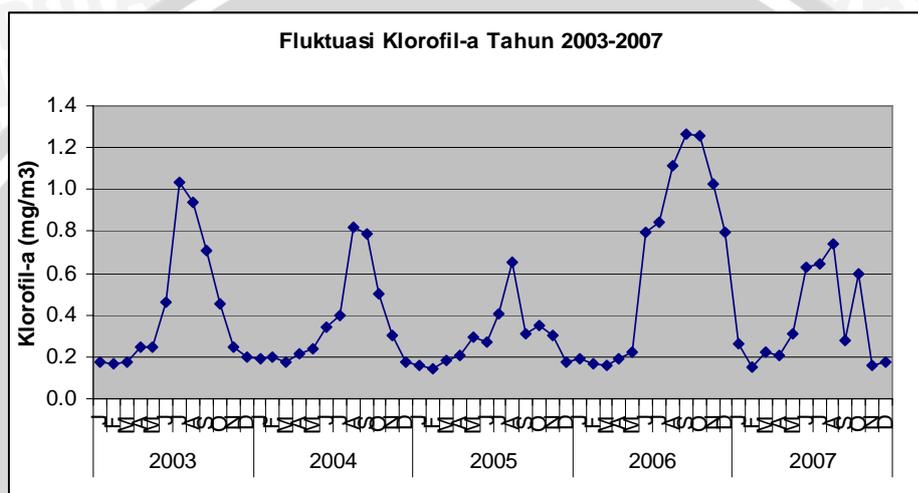
Gerakan penaikkan masa air ke permukaan biasanya membawa serta air yang suhunya lebih dingin, salinitas yang lebih tinggi serta zat-zat hara yang kaya akan kandungan nitrat dan fosfat. Oleh karena itu, pada lapisan termoklin cenderung mengandung banyak fitoplankton yang merupakan pangkal utama rantai makanan di laut. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat diketahui bahwa area-area *upwelling* dikenal pula sebagai daerah penangkapan ikan (*fishing ground*).

#### **4.3.1 Citra Sebaran Konsentrasi Klorofil-a Daerah Penelitian**

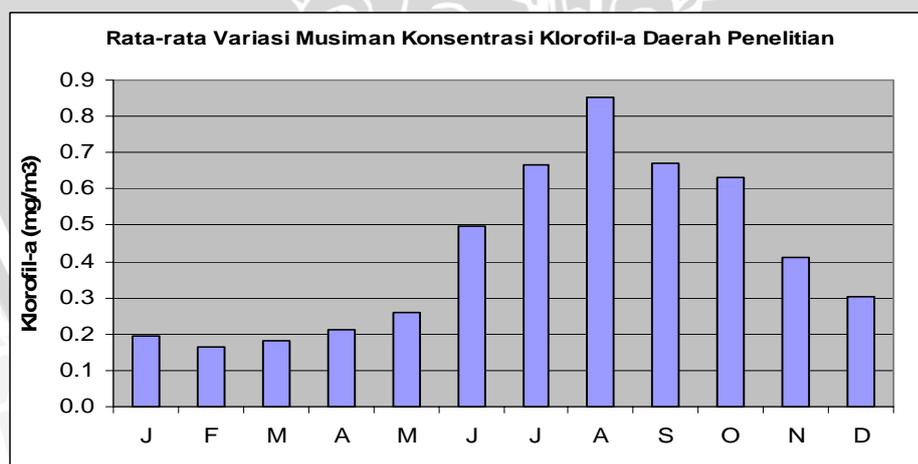
Setelah dilakukan pengumpulan data Satelit *Aqua* MODIS dari Tahun 2003 sampai Tahun 2007, selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk memperoleh nilai konsentrasi klorofil-a. Dari hasil pengolahan ini dihasilkan pola sebaran klorofil-a pada koordinat  $8^{\circ}\text{LS} - 10^{\circ}\text{LS}$  dan  $110^{\circ}\text{BT} - 115^{\circ}\text{BT}$  di Perairan Selatan Jawa dan nilai rata-rata klorofil-a bulanan sebagaimana dapat dilihat pada pembahasan dibawah. Analisa dan pengkajian nilai rata-rata sebaran klorofil-a ini selanjutnya akan dikorelasikan dengan data *CpUE* ikan Yellowfin tuna (*Thunnus albacores*) untuk mengetahui seberapa besar keeratan hubungan antara klorofil-a dengan produksi ikan yang didaratkan di PPI Sendang Biru. Analisa citra sebaran klorofil-a pada koordinat  $8^{\circ}\text{LS} - 10^{\circ}\text{LS}$  dan  $110^{\circ}\text{BT} - 115^{\circ}\text{BT}$  di Perairan Selatan Jawa dilakukan dengan melihat persamaan dan perbedaan konsentrasi nilai rata-rata bulannya.

### 4.3.2 Nilai Konsentrasi Klorofil-a secara Temporal

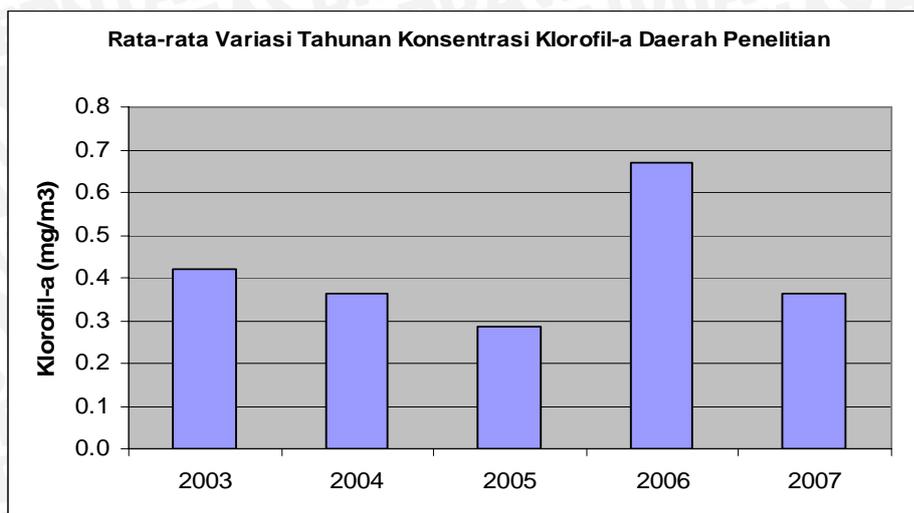
Secara temporal menggambarkan nilai sebaran klorofil-a dengan menggunakan grafik nilai konsentrasi klorofil-a menurut waktu sehingga dapat diketahui pola sebaran klorofil-a. Sedang perbedaan secara temporal fluktuasi nilai konsentrasi klorofil-a dalam kurun waktu lima tahun (2003-2007) dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Fluktuasi Klorofil-a Tahun 2003-2007



Gambar 7. Grafik Rata-rata Variasi Musiman Konsentrasi Klorofil-a Daerah Penelitian



**Gambar 8. Grafik rata-rata Variasi Tahunan Klorofil-a Tahun 2003-2007**

Secara umum Gambar 6 menunjukkan fluktuasi klorofil-a Tahun 2003-2007 pada koordinat  $8^{\circ}$  LS –  $10^{\circ}$  LS dan  $110^{\circ}$  BT –  $115^{\circ}$  BT di Selatan Jawa. Klorofil-a selama kurun waktu lima tahun memiliki konsentrasi tertinggi terjadi pada Tahun 2006 sebesar  $1,265 \text{ mg/m}^3$  (Bulan September), dimana menurut BAKOSURTANAL (2004) kisaran ini termasuk dalam kategori klorofil-a dan muatan suspensi tinggi yaitu berkisar antara  $1,0 - 2 \text{ mg/m}^3$ . Sedangkan konsentrasi terendah terjadi pada Tahun 2005 sebesar  $0,147 \text{ mg/m}^3$  (Bulan Februari) kisaran ini termasuk dalam kategori konsentrasi rendah atau *clear water* yaitu berkisar  $< 0,3 \text{ mg/m}^3$ .

Pada Tahun 2003, nilai konsentrasi tertinggi terjadi pada Bulan Juli sebesar  $1,033 \text{ mg/m}^3$  dan nilai konsentrasi terendah terjadi pada Bulan Februari sebesar  $1,065 \text{ mg/m}^3$ . Pada Tahun 2004, nilai rata-rata konsentrasi tertinggi terjadi pada Bulan Agustus sebesar  $0,818 \text{ mg/m}^3$  sedang nilai rata-rata konsentrasi terendah terjadi juga pada Bulan Desember sebesar  $0,173 \text{ mg/m}^3$ . Pada Tahun 2005, nilai rata-rata konsentrasi tertinggi terjadi pada Bulan Agustus sebesar  $0,654 \text{ mg/m}^3$  sedang nilai rata-rata konsentrasi terendah terjadi juga pada Bulan Februari sebesar  $0,147 \text{ mg/m}^3$ . Pada Tahun 2006, nilai rata-rata konsentrasi tertinggi terjadi pada Bulan September sebesar  $1,265 \text{ mg/m}^3$  sedang

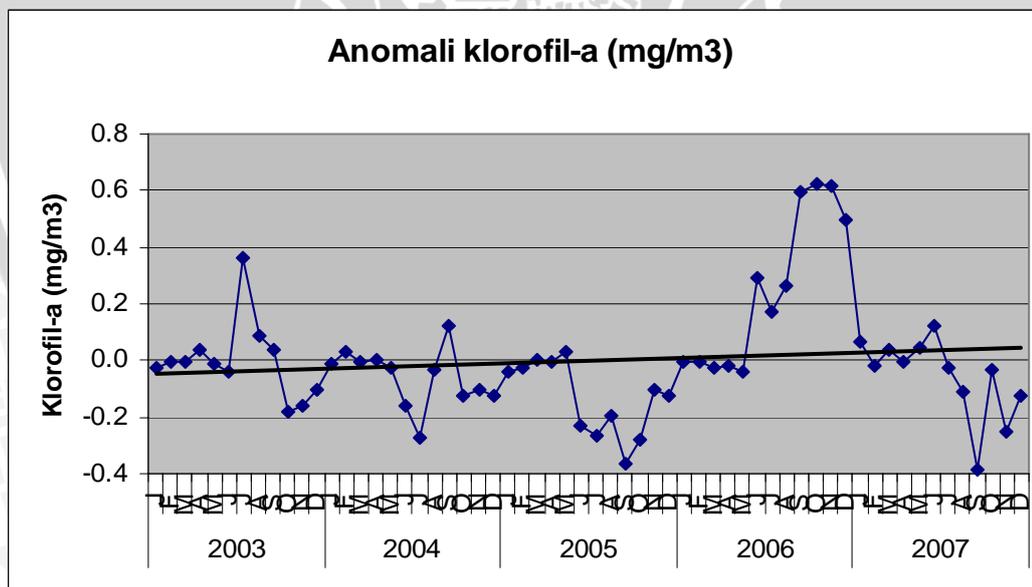
nilai rata-rata konsentrasi terendah terjadi juga pada Bulan Februari sebesar  $0,155 \text{ mg/m}^3$ . Pada Tahun 2007, nilai rata-rata konsentrasi tertinggi terjadi lagi pada Bulan Agustus sebesar  $0,741 \text{ mg/m}^3$  sedang nilai rata-rata konsentrasi terendah terjadi pada Bulan November sebesar  $0,154 \text{ mg/m}^3$ . Secara umum fluktuasi klorofil-a dalam kurun waktu lima tahun terakhir ini memiliki pola musiman (*seasonal pattern*), yaitu mempunyai pola yang sama setiap tahunnya. Dimana mulai Tahun 2003 – 2007 puncak konsentrasi klorofil-a terjadi antara Bulan Juni – Agustus akan tetapi konsentrasi klorofil a lebih sering terjadi pada Bulan Agustus. Sehingga klorofil-a pada koordinat  $8^\circ \text{ LS} - 10^\circ \text{ LS}$  dan  $110^\circ \text{ BT} - 115^\circ \text{ BT}$  di Selatan Jawa mempunyai pola satu puncak dan satu lembah. Pola musiman klorofil-a pada koordinat  $8^\circ \text{ LS} - 10^\circ \text{ LS}$  dan  $110^\circ \text{ BT} - 115^\circ \text{ BT}$  di Selatan Jawa disajikan dalam Gambar 7.

Berdasarkan Gambar 7, rata-rata konsentrasi klorofil-a tertinggi terjadi pada Bulan Agustus sebesar  $0,85 \text{ mg/m}^3$ , menurut BAKOSURTANAL, (2004) kisaran ini termasuk dalam kategori konsentrasi tinggi atau *rich phytoplankton* yaitu berkisara antara  $0,5 - 1,0 \text{ mg/m}^3$  sedangkan rata-rata konsentrasi terendah terjadi pada Bulan Februari sebesar  $0,17 \text{ mg/m}^3$ , menurut BAKOSURTANAL, (2004) kisaran ini termasuk dalam kategori konsentrasi rendah atau *clear water* yaitu berkisar  $< 0,3 \text{ mg/m}^3$ . Dengan kata lain kisaran rata-rata variasi musiman konsentrasi klorofil-a pada koordinat  $8^\circ \text{ LS} - 10^\circ \text{ LS}$  dan  $110^\circ \text{ BT} - 115^\circ \text{ BT}$  di Perairan Selatan Jawa selama kurun waktu lima tahun adalah  $0,17 - 0,85 \text{ mg/m}^3$ . Nilai konsentrasi klorofil-a tertinggi terjadi pada Bulan Agustus, hal ini disebabkan karena pada Bulan Agustus di perairan Selatan Jawa mengalami musim timur dimana pada musim timur terjadi fenomena *upwelling* sehingga terdapat kelimpahan fitoplankton yang merupakan sumber makanan bagi ikan (Realino,dkk, 2005). Sedangkan konsentrasi klorofil-a terendah terjadi

disebabkan karena pada Bulan Februari di perairan Selatan Jawa mengalami musim barat sehingga tidak ada sumber makanan atau fitoplankton bagi ikan.

Berdasarkan Gambar 8, rata-rata konsentrasi klorofil-a tertinggi terjadi pada Tahun 2006 sebesar  $0.668 \text{ mg/m}^3$  yang menurut BAKOSURTANAL (2004), kisaran ini termasuk dalam kategori konsentrasi tinggi atau *rich phytoplankton* yaitu berkisar antara  $0,5 - 1,0 \text{ mg/m}^3$ . Sedangkan rata-rata terendah terjadi pada Tahun 2005 sebesar  $0,287 \text{ mg/m}^3$ , kisaran ini termasuk dalam kategori konsentrasi rendah atau *clear water* yaitu berkisara  $< 0,3 \text{ mg/m}^3$ .

Setelah diperoleh nilai rata-rata variasi tahunan konsentrasi klorofil-a, kemudian dilakukan perhitungan nilai anomali klorofil-a. Perhitungan anomali bertujuan untuk mengetahui penyimpangan dari nilai normal klorofil-a setiap bulannya selama kurun waktu lima tahun (2003-2007) pada koordinat  $8^\circ \text{ LS} - 10^\circ \text{ LS}$  dan  $110^\circ \text{ BT} - 115^\circ \text{ BT}$  di Perairan Selatan Jawa. Grafik tren anomali klorofil-a disajikan dalam Gambar 9.



**Gambar 9. Grafik Tren Anomali Klorofil-a Tahun 2003-2007**

Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat bahwa tren anomali klorofil-a dalam kurun waktu lima tahun (2003-2007) meningkat. Nilai anomali tertinggi terjadi

pada Tahun 2006 sebesar  $0,62 \text{ mg/m}^3$ , hal ini berarti pada Tahun 2006 terjadi penyimpangan sebesar  $0,62 \text{ mg/m}^3$  di atas normal. Sedangkan nilai anomali terendah terjadi pada Tahun 2007 sebesar  $-0,39 \text{ mg/m}^3$ , hal ini berarti pada Tahun 2007 terjadi penyimpangan sebesar  $0,39 \text{ mg/m}^3$  di bawah normal.

#### 4.3.3 Produksi Perikanan di Sendang Biru

Menurut Sukandar (2007), tuna merupakan hasil tangkapan yang dominan di perairan Sendang Biru (Tabel 12). Sehingga hal ini merupakan salah satu alasan peneliti menggunakan tuna sebagai objek penelitian. Produksi perikanan tuna di Sendang Biru setiap tahunnya mengalami peningkatan meskipun sesekali terjadi penurunan hasil tangkapan. Penurunan hasil tangkapan oleh nelayan disebabkan oleh tidak melautnya nelayan karena faktor oseanografi yaitu musim. Pada saat musim barat (Bulan Januari – Maret), nelayan tidak melakukan penangkapan dikarenakan angin yang berhembus dari Benua Asia mengandung uap air sehingga terjadi musim hujan di wilayah Indonesia yang disertai arus, angin dan gelombang laut yang cukup kuat. Produksi Ikan tuna Sendang Biru dapat dilihat pada Tabel 12.



**Tabel 12. Produksi *Yellowfin* Tuna (satuan Kg) Sendang Biru Tahun 2003-2007**

Bulan	2003	2004	2005	2006	2007	rata-rata
Januari	12,178	46,333	108,667	82,976	118,990	73,829
Februari	33,287	52,945	107,260	71,874	175,408	88,155
Maret	22,826	49,126	143,870	163,707	113,313	98,568
April	94,591	63,182	178,102	166,578	170,296	134,550
Mei	158,862	107,300	291,814	275,020	325,483	231,696
Juni	133,972	118,692	189,154	402,952	343,811	237,716
Juli	238,737	186,375	250,917	235,203	277,379	237,722
Agustus	379,620	367,497	364,462	180,839	346,698	327,823
September	274,320	314,040	497,350	258,148	346,698	338,111
Oktober	317,178	161,584	236,960	177,493	76,184	193,880
November	188,270	120,801	255,869	177,493	47,356	157,958
Desember	112,812	141,897	68,267	15,007	24,106	72,418
<b>Jumlah</b>	<b>1,966,653</b>	<b>1,729,772</b>	<b>2,692,692</b>	<b>2,207,290</b>	<b>2,365,722</b>	

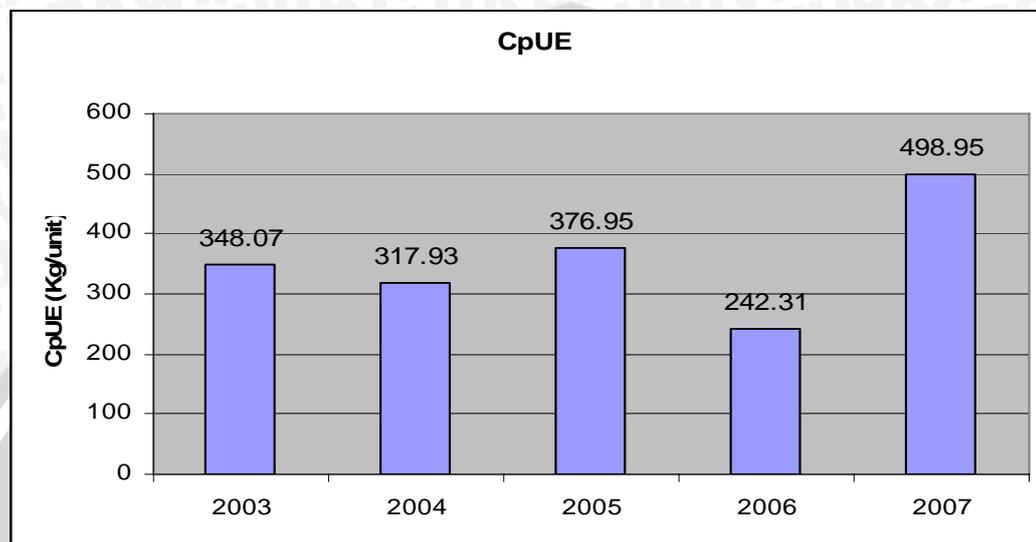
Sumber : Data Statistik BPPPI Sendang Biru

Berdasarkan Tabel 12 dalam kurun waktu lima tahun (2003-2007), secara umum produksi ikan dapat dikatakan meningkat pada setiap tahunnya, dengan rata-rata tiap tahunnya sebagai berikut pada Tahun 2003 rata-rata produksi sebesar 1.966.653 kg, Tahun 2004 rata-rata produksi sebesar 1.729.772 kg, Tahun 2005 rata-rata produksi sebesar 2.692.692 kg, Tahun 2006 rata-rata produksi sebesar 2.207.290 kg dan Tahun 2007 rata-rata produksi sebesar 2.365.722 kg, meskipun pada tahun tertentu terjadi penurunan produksi yang kemungkinan diakibatkan oleh kematian massal ikan dikarenakan adanya *blooming* fitoplankton. Untuk rata-rata produksi tertinggi terjadi pada Tahun 2005 yaitu sebesar 2.692.692 kg dan produksi ikan terendah terjadi pada Tahun 2004 sebesar 1.729.772 kg.

Untuk mendapatkan nilai  $CpUE$  maka data yang digunakan adalah data produksi dan armada penangkapan ikan. Alasan menggunakan  $CpUE$  dalam

penelitian ini karena  $CpUE$  dihitung berdasarkan besarnya usaha sedangkan data produksi saja belum mewakili ketersediaan ikan di perairan.

Nilai *catch per unit effort* ( $CpUE$ ) tuna di Perairan Sendang Biru selama kurun waktu lima tahun dapat dilihat pada Gambar 10.

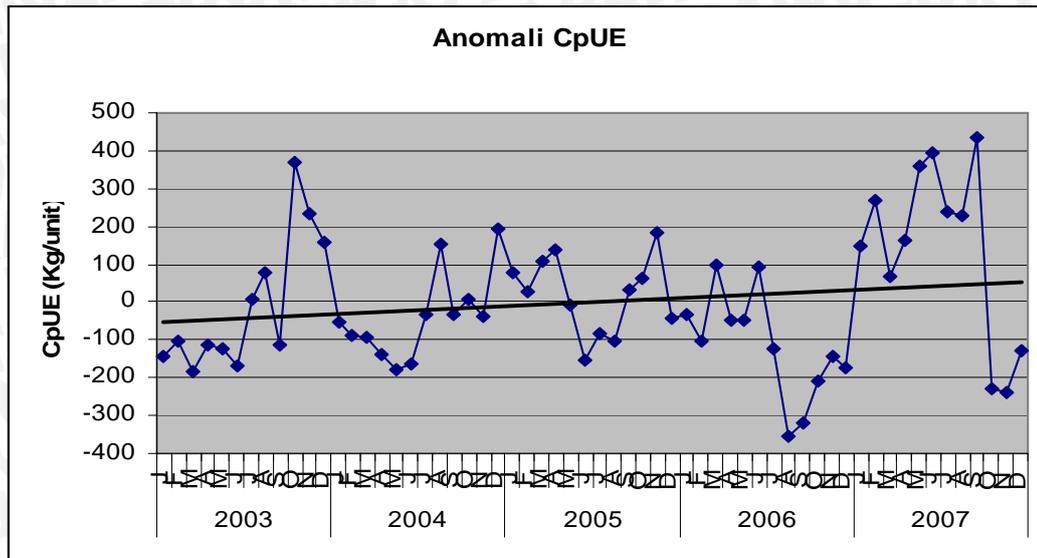


**Gambar 10. Grafik  $CpUE$  Tahun 2003-2007**

Berdasarkan Gambar 10, secara umum  $CpUE$  mengalami kenaikan setiap tahunnya meskipun sesekali terjadi penurunan. Nilai rata-rata  $CpUE$  tertinggi terjadi pada Tahun 2007 yaitu sebesar 498.95 Kg/unit sedangkan nilai rata-rata  $CpUE$  terendah terjadi pada Tahun 2006 yaitu sebesar 242.31 Kg/unit.

#### **4.3.3.1 Tren Anomali $CpUE$ Yellowfin Tuna**

Untuk mengetahui penyimpangan dari normal nilai produksi  $CpUE$  setiap bulannya selama kurun waktu lima tahun (2003-2007) diperairan Selatan Jawa, maka digunakan analisa anomali klorofil a (terdapat pada Bab 3 hal 27) yang diperoleh dari pengurangan antara data klorofil-a bulan a dengan rata-rata bulanan klorofil-a selama n tahun. Setelah dilakukan perhitungan diperoleh data anomali nilai produksi  $CpUE$  dari Tahun 2003 – 2007 seperti yang disajikan pada Gambar 11.



**Gambar 11. Grafik Tren Anomali CpUE Tahun 2003-2007**

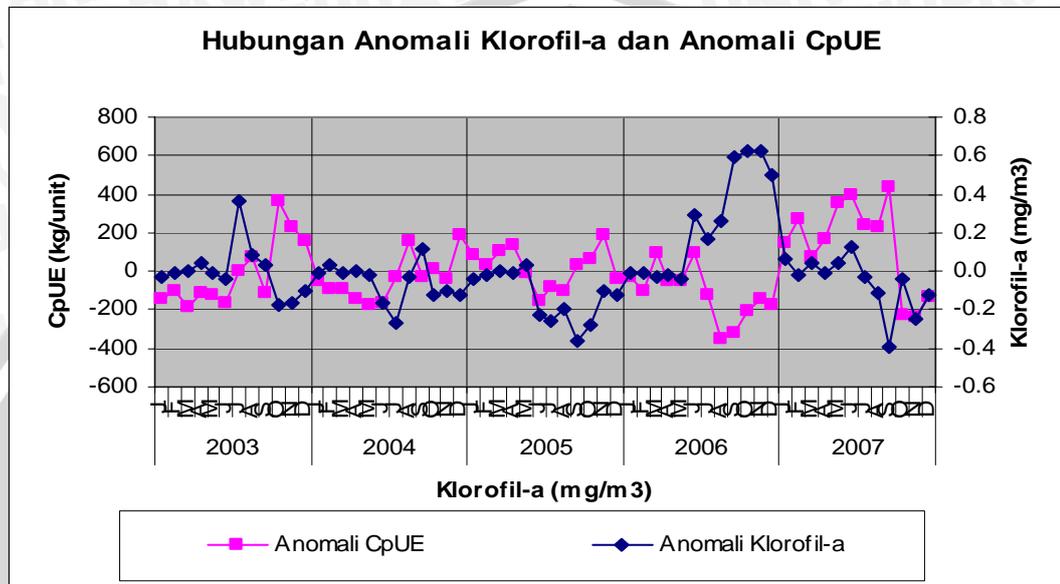
Berdasarkan Gambar 11 terlihat nilai *CpUE* yang tajam yaitu Tahun 2006. Pada Tahun 2006 nilai *CpUE* terlihat turun di bawah rata-rata normal yaitu sebesar -380 kg/unit. Hal yang demikian ini terjadi karena pada Tahun 2006 terjadi gejala *El-Nino* (IPCC, 2002). *El-nino* merupakan istilah bagi gejala memanasnya suhu muka laut di barat ekuator yang berakibat hujan di Peru dan kurang hujan di Indonesia. Selain *El Nino*, ada fenomena kelautan lain yang juga berdampak sama, yaitu Indian Ocean Dipole Mode Positif yang terjadi di Samudra Hindia. Pada Tahun 2006, wilayah perairan Selatan Jawa mengalami fenomena IOD positif (<http://www.kompas.com/read/xml>) yang menyebabkan curah hujan tinggi dan suhu permukaan laut menjadi rendah.

#### 4.3.4 Hubungan Klorofil-a dan *CpUE*

Klorofil-a merupakan pigmen hijau yang terdapat pada tumbuhan. Fungsi dari klorofil-a sendiri adalah membantu proses fotosintesa. Klorofil-a dalam perairan sangat bermanfaat bagi fitoplankton. Kelimpahan jumlah fitoplankton yang merupakan sumber makanan ikan-ikan kecil sangat tergantung dari adanya klorofil-a. Kelimpahan fitoplankton biasanya terjadi di daerah upwelling. Dimana

daerah *upwelling* diduga sebagai potensi daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) (Realino, dkk, 2005).

Untuk mengetahui nilai hubungan antara klorofil-a dan *CpUE* dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 12.

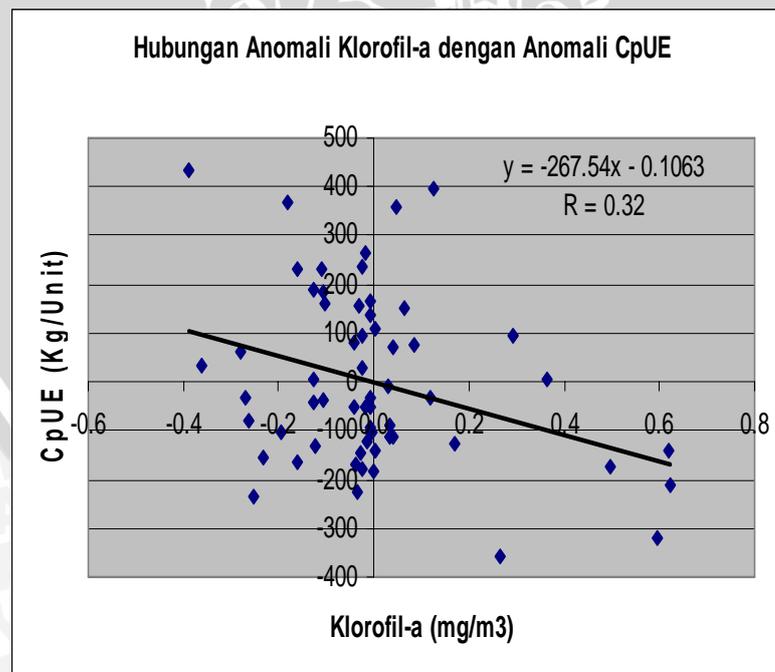


**Gambar 12. Grafik Anomali Klorofil-a dan Anomali CpUE**

Berdasarkan Gambar 12 diketahui dalam kurun waktu lima tahun (2003 – 2007) terlihat nilai anomali klorofil-a berada pada kisaran antara (-0.39) – 0.62 mg/m<sup>3</sup> dan anomali *CpUE* berkisar antara (-355.91) - 432.89 kg/unit. Dapat dilihat pula pada awal Tahun penelitian (2003) dengan kenaikan konsentrasi klorofil-a dalam perairan diikuti pula dengan kenaikan hasil tangkapan, hal ini sesuai dengan literatur yang ada (Realino, 2004) bahwa dengan naiknya klorofil-a maka naik pula hasil tangkapan ikan karena klorofil-a merupakan pigmen hijau yang dapat menaikkan jumlah fitoplankton di perairan, begitu pula yang terjadi pada Tahun 2004 dan 2007. Tetapi pada Tahun 2005 penurunan konsentrasi klorofil-a diikuti oleh peningkatan hasil tangkapan dan Tahun 2006 peningkatan konsentrasi klorofil-a diikuti oleh penurunan hasil tangkapan. Hal yang demikian ini terjadi karena Tahun 2006 terjadi gejala *El-Nino* (IPCC IV, 2002). *El-nino*

merupakan istilah bagi gejala memanasnya suhu muka laut di barat ekuator yang berakibat hujan di Peru dan kurang hujan di Indonesia. Selain *El Nino*, ada fenomena kelautan lain yang juga berdampak sama, yaitu *Indian Ocean Dipole Mode Positive dan Negative*. Pada Tahun 2006, wilayah perairan Selatan Jawa mengalami fenomena IOD positif (<http://www.kompas.com/read/xml>) yang menyebabkan curah hujan berkurang di darat dan suhu perairan menjadi rendah daripada biasanya. Dengan rendahnya suhu permukaan laut di perairan maka terjadi fenomena *upwelling*. Dimana daerah *upwelling* merupakan daerah yang sangat kaya akan fitoplankton. Tetapi karena *upwelling* terjadi di atas ambang batas sehingga diduga dapat menyebabkan kematian massal pada ikan.

Setelah mengetahui hubungan antara klorofil-a dan *CpUE* kemudian dihitung dan dicari analisa regresi nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a dengan *CpUE* ikan Tuna selama kurun waktu 5 tahun (2003 – 2007) untuk mengetahui nilai korelasinya. Pada Gambar 13 disajikan analisa regresi hubungan klorofil-a dan *CpUE*.



**Gambar 13. Grafik regresi anomali Klorofil-a dan anomali CpUE**

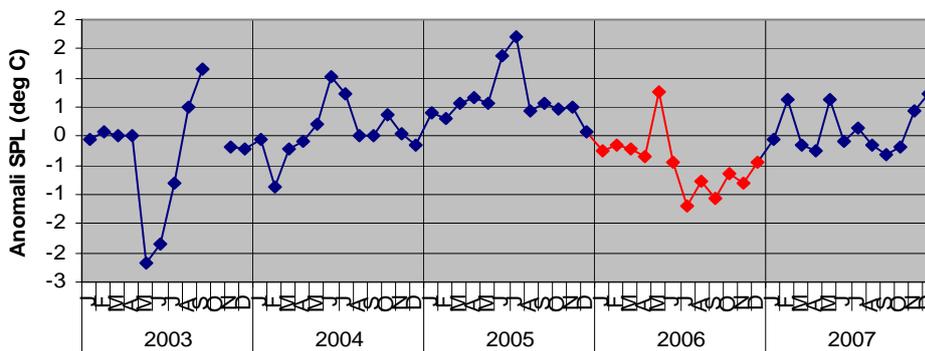
Berdasarkan Gambar 13, analisa regresi antara anomali klorofil-a dengan anomali  $CpUE$  didapatkan persamaan  $y = -267.54x - 0.1063$  dan  $R = -0.32$ , dimana  $y = CpUE$  (kg/unit) dan  $x =$  klorofil-a ( $mg/m^3$ ). Nilai korelasi  $R$  yaitu  $-0.32$ . Nilai korelasi sebesar  $-0,32$  dikategorikan memiliki tingkat hubungan yang rendah karena nilai korelasi tersebut berkisar antara  $0,20 - 0,399$  sehingga dapat diartikan bahwa klorofil-a berpengaruh sebesar  $32\%$  terhadap produksi  $CpUE$  ikan Tuna, dan  $68\%$  dipengaruhi oleh faktor lain yaitu fenomena oseanografi seperti *ENSO* dan *upwelling* serta faktor manusia seperti nelayan yang tidak melakukan kegiatan penangkapan, sehingga produksi  $CpUE$  ikan Tuna tersebut tidak dapat diduga dan hasil tangkapan yang tidak menentu.

#### 4.3.5 Perubahan Iklim, Suhu, Klorofil-a dan $CpUE$ Ikan Tuna

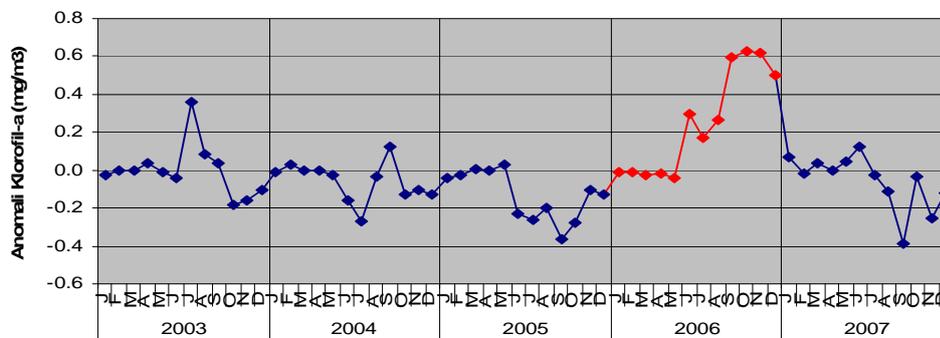
Kekeringan yang melanda Indonesia akhir-akhir ini selalu dikaitkan dengan perubahan iklim seperti misalnya gejala *El Nino*. Musim kemarau yang cenderung kering ini diprediksi melanda Indonesia hingga November Tahun 2008. Selain *El Nino*, ada fenomena kelautan lain yang juga berdampak sama, yaitu *Indian Ocean Dipole (IOD) Mode Positif* yang terjadi di Samudera Hindia. *El Nino* merupakan istilah bagi gejala memanasnya suhu muka laut di barat ekuator Lautan Pasifik yang berakibat hujan di Peru dan kurang hujan di Indonesia. Kondisi sebaliknya dijuluki *La Nina*. Selain dari Pasifik di timur laut, Indonesia juga mendapat ancaman kekeringan dan curah hujan tinggi karena penyimpangan suhu muka laut di Samudera Hindia dan di barat daya Indonesia. Fenomena anomali iklim di Samudera Hindia ini mengalami IOD Positif yang berdampak kekeringan, sedangkan IOD Negatif mengakibatkan curah hujan tinggi di Indonesia. Fenomena IOD ini pertama kali ditemukan oleh Toshio Yamagata, guru besar dari Tokyo University dan timnya yang melakukan observasi iklim di Samudera Hindia pada program Jamstec Tahun 1999 (<http://www.kompas.com>).

Studi kasus yang diangkat pada penelitian ini yaitu studi kasus pada Tahun 2006. Pada saat terjadi penurunan suhu permukaan laut, konsentrasi klorofil-a di perairan menjadi naik dan hasil tangkapan (*CpUE*) menjadi turun. Ini sangat berbeda dengan kenyataan di lapangan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi klorofil-a di perairan seharusnya hasil tangkapan ikan juga meningkat. Tetapi dalam penelitian ini terjadi kebalikannya. Hal yang demikian ini disebabkan karena pada Tahun 2006 di Indonesia mengalami gejala *el-nino* yang dimodifikasi dengan IOD positif. *El Nino* merupakan istilah bagi gejala memanasnya suhu muka laut di barat ekuator Lautan Pasifik yang berakibat hujan di Peru dan kurang hujan di Indonesia. Sedangkan IOD sendiri mempunyai arti fenomena yang terjadi di laut dengan parameter ukur suhu. Dengan menurunnya suhu permukaan laut di perairan maka menyebabkan terjadi fenomena *upwelling*. *Upwelling* adalah proses naiknya massa air dari lapisan yang lebih dalam ke lapisan yang lebih atas atau menuju permukaan. Sehingga nutrien-nutrien yang berada di lapisan bawah air terangkat ke permukaan. Oleh karena itu, pada lapisan permukaan ini cenderung banyak fitoplankton yang merupakan pangkal utama rantai makanan di laut. *Upwelling* di perairan Selatan Jawa memiliki skala yang besar (*upwelling tinggi*) sehingga dengan tingginya *upwelling* diduga dapat menyebabkan kematian massal pada ikan. Untuk mengetahui lebih jelas tentang studi kasus pada Tahun 2006, di bawah ini disajikan grafik dampak *el-nino* yang dimodifikasi dengan IOD positif.

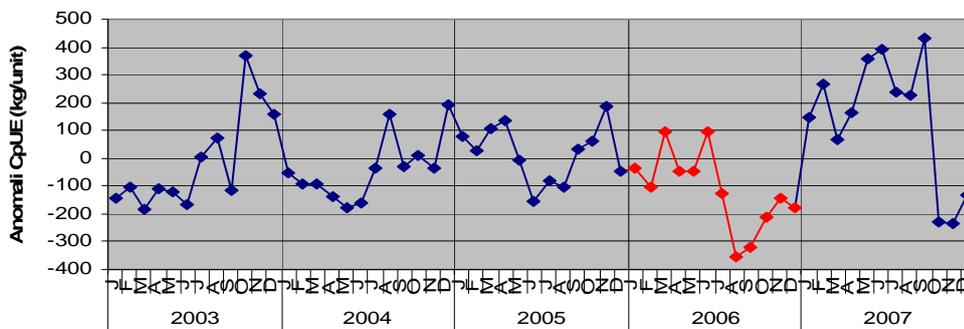
Nilai Anomali SPL



Nilai Anomali Klorofil-a



Nilai Anomali CpUE



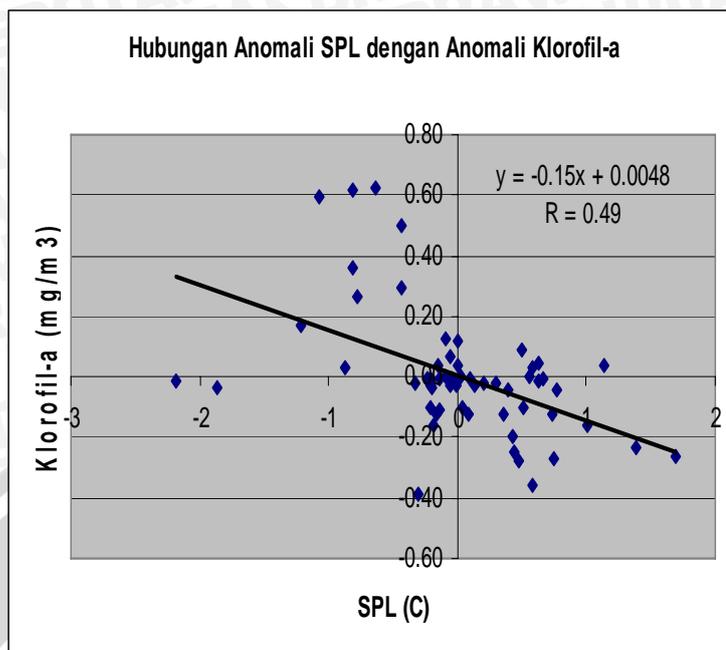
Gambar 14. Grafik Dampak *El-nino* yang dimodifikasi IOD (+)

#### 4.3.5.1 Hubungan SPL dengan Klorofil-a

Suhu secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh terhadap produktivitas primer di laut (Tomasick *et.al*, 1997 dalam Tubalawony, 2008). Secara langsung, suhu berperan dalam mengontrol reaksi kimia enzimatik dalam proses fotosintesa. Tingginya suhu dapat meningkatkan laju maksimum fotosintesa ( $P_{max}$ ), sedangkan secara tidak langsung, suhu berperan dalam membentuk stratifikasi kolom perairan yang akibatnya dapat mempengaruhi distribusi fitoplankton.

Dalam perannya sebagai faktor pendukung produktivitas primer di laut, suhu perairan berinteraksi dengan faktor lain seperti cahaya dan nutrisi. Valiela (1984) dalam Tubalawony (2008) mengatakan, lebih efisiennya fitoplankton menggunakan cahaya pada suhu rendah dan laju fotosintesa akan lebih tinggi bila sel-sel fitoplankton dapat menyesuaikan dengan kondisi yang ada. Tingginya suhu memudahkan terjadinya penyerapan nutrisi oleh fitoplankton.

Dalam penelitian ini suhu merupakan parameter tambahan yang digunakan dengan alasan tuna lebih cenderung beradaptasi dengan suhu. Tuna dapat dijumpai pada kisaran suhu  $17 - 31^{\circ}C$  dengan suhu optimum antara  $19 - 23^{\circ}C$ . Selain itu suhu dapat membantu proses terjadinya pengadukan massa air (*upwelling*) sehingga nutrisi yang berada pada lapisan bawah terangkat ke atas. Sehingga dengan terjadinya *upwelling* diduga banyak sumber makanan bagi ikan (klorofil-a). Bisa dikatakan antara suhu dengan klorofil-a memiliki hubungan yang erat. Jika suhu naik maka klorofil-a turun atau memiliki hubungan yang negatif. Hubungan SPL dan klorofil-a disajikan dalam analisa regresi pada Gambar 15.



**Gambar 15. Grafik regresi anomali SPL dan anomali klorofil-a**

Berdasarkan Gambar 15, analisa regresi antara anomali SPL dengan anomali klorofil-a Tahun 2003 - 2007 didapatkan persamaan  $y = -0.15x + 0.0048$ ; dan  $R = -0.49$  dimana  $y =$  klorofil-a ( $\text{mg/m}^3$ ) dan  $x =$  SPL ( $^{\circ}\text{C}$ ). Dari gambar 15 terlihat besarnya nilai korelasi ( $R$ ) yaitu  $-0,49$ . Nilai korelasi sebesar  $-0,49$  dikategorikan memiliki tingkat hubungan yang sedang karena nilai korelasi tersebut berkisar antara  $0,40 - 0,599$ . Hal ini berarti bahwa SPL berpengaruh sebesar  $49\%$  terhadap sebaran klorofil-a, dan  $51\%$  dipengaruhi oleh faktor lain.

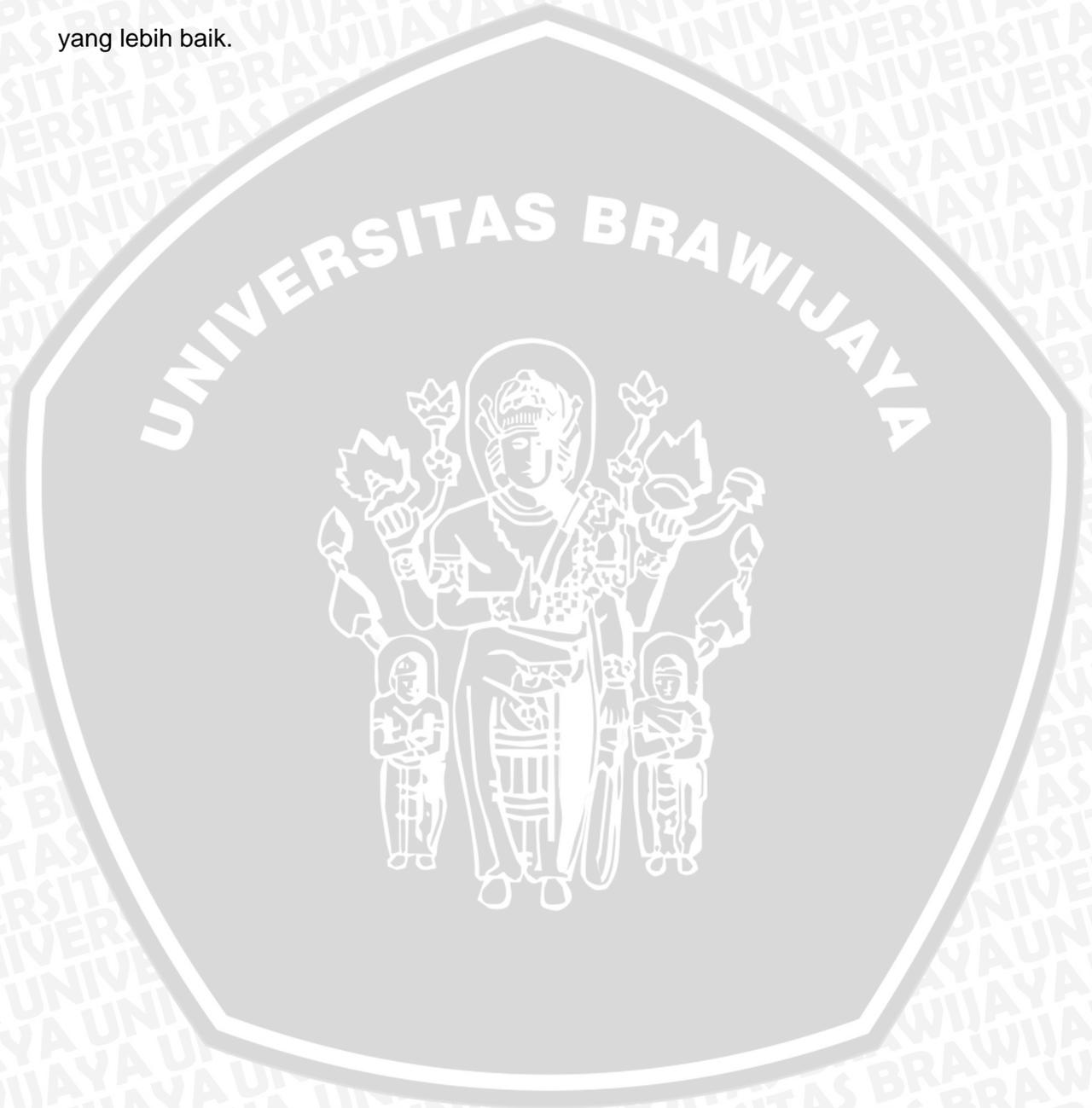
## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 KESIMPULAN

1. Sebaran klorofil-a pada daerah penelitian berada pada koordinat  $8^{\circ}$  LS –  $10^{\circ}$  LS dan  $110^{\circ}$  BT –  $115^{\circ}$  BT di Selatan Jawa. Konsentrasi rata-rata klorofil-a selama kurun waktu lima tahun (2003-2007) memiliki rata-rata sebesar  $0,42 \text{ mg/m}^3$  dengan nilai maksimum tahunan terjadi pada Tahun 2006 sebesar  $0,668 \text{ mg/m}^3$ , kisaran ini termasuk dalam kategori konsentrasi tinggi atau *rich phytoplankton* ( $0,5 - 1,0 \text{ mg/m}^3$ ) dan nilai minimum terjadi pada Tahun 2005 sebesar  $0,287 \text{ mg/m}^3$ , kisaran ini termasuk dalam kategori konsentrasi rendah atau *clear water* ( $< 0,3 \text{ mg/m}^3$ ). Sedangkan rata-rata konsentrasi klorofil-a bulanan memiliki rata-rata sebesar  $0,42 \text{ mg/m}^3$  dengan nilai maksimum bulanan terjadi pada Bulan Agustus sebesar  $0,85 \text{ mg/m}^3$  kisaran ini termasuk dalam kategori konsentrasi tinggi atau *rich phytoplankton* ( $0,5 - 1,0 \text{ mg/m}^3$ ) dan nilai minimum bulanan terjadi pada Bulan Februari sebesar  $0,17 \text{ mg/m}^3$ , kisaran ini termasuk dalam kategori konsentrasi rendah atau *clear water* ( $< 0,3 \text{ mg/m}^3$ ).
2. Terdapat hubungan antara klorofil-a dengan hasil tangkapan baby tuna meskipun nilainya tidak terlalu signifikan. Dari analisa regresi antara anomali klorofil-a dengan anomali *CpUE* didapatkan persamaan  $y = -267,54x - 0,1063$  dan  $R = -0,32$ , dimana  $y = \text{CpUE}$  (kg/unit) dan  $x = \text{klorofil-a}$  ( $\text{mg/m}^3$ ). Nilai korelasi (R) yaitu  $-0,32$ . Nilai korelasi sebesar  $-0,32$  dikategorikan memiliki tingkat hubungan yang rendah karena nilai korelasi tersebut berkisar antara  $0,20 - 0,399$  sehingga dapat diartikan bahwa klorofil-a berpengaruh sebesar  $32 \%$  terhadap produksi *CpUE* ikan Tuna, dan  $68 \%$  dipengaruhi oleh faktor lain yaitu fenomena oseanografi seperti *ENSO* dan *upwelling* serta faktor manusia seperti nelayan yang tidak melakukan kegiatan penangkapan, sehingga produksi *CpUE* ikan tuna tersebut tidak dapat diduga dan hasil tangkapan yang tidak menentu.

## 5.2 SARAN

Diharapkan untuk penelitian selanjutnya parameter yang digunakan lebih dari satu misalnya dapat menggunakan parameter oseanografi lain (salinitas, arus, curah hujan dan kecepatan angin) selain klorofil-a guna mendapatkan hasil yang lebih baik.



## DAFTAR PUSTAKA

- BAKOSURTANAL. 2004. **Sebaran Klorofil a di Perairan Indonesia**. Pusat Survey Sumberdaya Alam Laut BAKOSURTANAL
- Bungin, B. 2001. **Metodologi Penelitian Sosial**. Airlangga University Press. Surabaya
- Ditjen Perikanan, 1983. **Tinjauan Pustaka**. <http://www.damandiri.or/bab2.pdf> diakses pada tanggal 1 Juli 2008 pada pukul 10:15 WIB
- DKP. 2008. **Kelompok Species Untuk Kategori Pelagis Besar**. <http://www.dkp.go.id>. 1 Juli 2008 pada pukul 10:20 WIB
- Hasyim, B. 2004. **Penerapan Informasi Zona Potensi Penangkapan Ikan (ZPPI) Untuk Mendukung Usaha Peningkatan Produksi dan Efisiensi Operasi Penangkapan**. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Ikawati, Y. 2008. **Kekeringan Sampai November akibat IOD Positif**. (<http://www.kompas.com/read/xml>). Diakses pada tanggal 18 Februari 2008 pukul 11: 00 WIB
- Kardono, P.1996. **Pemetaan Tematik Sumberdaya Kelautan Terintegrasi**. Makalah pada Rapat Koordinasi Teknis LREP-II dan MREP 15-19 Desember oleh Pusat Bina Aplikasi Inderaja dan SIG BAKORSURTANAL di Jakarta
- Konsorsium Mitra Bahari, 2006. **Materi Lokakarya Pengembangan Dusun Sendang Biru : Profil Dusun Sendang Biru Hasil Survei 2006**. Konsorsium Mitra Bahari Koordinator Daerah Malang Kerja Sama Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang
- LAPAN. 2008. [www.Lapanrs/dataprod/ZPPI.pdf](http://www.Lapanrs/dataprod/ZPPI.pdf) diakses pada tanggal 1 Juli 2008 pada pukul 10:25 WIB
- Lillesand, T.M and R.W, Kiefer.1979. **Remote Sensing and Image Interpretation**. Jhon Willey and Son Inc. New York
- Nazir. 2005. **Metode Penelitian**. Penerbit Ghalia Indonesia. Bogor
- Nontji, A. 1993. **Lautan Nusantara**. Penerbit Djambatan. Jakarta
- Nybakken, dan W. James. 1992. **Biologi Suatu Pendekatan Ekologi**. PT. Gramedia. Jakarta
- Panitia Nasional Preparatory Committee IV. 2002. Banjir Masih Berpeluang Di Bulan April. [www.baliprepcom.org](http://www.baliprepcom.org). Diakses tanggal 5 Januari 2009 pukul 11.00 WIB
- Prayitno, H. 2007. **Penentuan Zona Potensi Penangkapan Ikan (ZPPI) dengan Teknologi Penginderaan Jauh di Perairan Laut Maluku Utara**. Malang

- Qurotun Aini, M. 2007. **Kajian Distribusi Fitoplankton di Sebagian Laut Utara Jawa Menggunakan Citra Modis**. Proceeding Geo-Marine Research Forum 2007
- Realino, Sri, Widodo, dkk. 2005. **Peningkatan Informasi Daerah Penangkapan Ikan melalui Integrasi Teknologi Inderaja Permodelan Hidrodinamika dan Bioakustik**. *Southeast Asia Center for Ocean Research and Monitoring*.
- Rinanto, J. 2007. **Hubungan Waktu Pengoperasian Alat Tangkap Pancing Terhadap Hasil Tangkapan Pada Perahu Sekocian di Perairan Sendang Biru Kabupaten Malang Jawa Timur**. Malang
- Romimohtarto, dan S. Juwono. 2003. **Biologi Laut**. Djambatan. Jakarta
- Saanin, H. 1984. **Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan**. Bina Cipta. Bandung
- Sabins. 1986. **Radiasi Elektromagnetik**. <http://www.geocities.com/yaslinus/pi> diakses pada tanggal 20 Agustus 2008 pada pukul 16:15 WIB
- Singarimbun, M dan S. Effendi (Editor). 2006. **Metode Penelitian Survei**. Lembaga Penelitian, Pendidikan dan Penerangan Ekonomi dan Sosial. Jakarta
- Sugiyono. 2007. **Statistika Untuk Penelitian**. CV ALFABETA. Jawa Barat.
- Sukandar. 2007. **Konstruksi dan Pengoperasian Alat tangkap Pancing (Sekocian) di Perairan Sendang Biru Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur**. LPPTK. Malang
- Surachmad, W. 1985. **Dasar Metode Teknik Pengantar Penelitian Ilmiah**. Tarsito. Bandung
- Sutanto. 1994. **Penginderaan Jauh, jilid 1**. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. Yusuf, N, 2000. "Daerah Penangkapan Ikan (Fishing Ground)"
- Suyedi, R. 2001. **Sumberdaya Ikan Pelagis**. Program Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Tubalawony, S. 2008. **Kajian Klorofil-a dan Nutrien serta Interelasinya dengan Dinamika Massa Air di Perairan Sumatera Barat dan Selatan Jawa-Sumbawa**. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

