

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gambaran Umum Perairan Bali

Departemen Kehutanan (2010) menggambarkan secara geografis Propinsi Bali terletak pada posisi $8^{\circ} 03' 40'' - 8^{\circ} 50' 48''$ LS dan $114^{\circ} 25' 53'' - 115^{\circ} 42' 40''$ BT. Luas Propinsi Bali meliputi areal daratan sekitar 5.632,66 km² termasuk keseluruhan pulaunya. Panjang garis pantai Bali kurang lebih 470 km² termasuk lima pulau kecil lainnya yaitu, Nusa Penida, Nusa Lembongan, Nusa Ceningan, Nusa Serangan dan pulau Menjangan. Wilayah pesisirnya meliputi seluruh daerah kabupaten dan kotamadya, kecuali Kabupaten Bangli yang tidak memiliki garis pantai. Berdasarkan pembagian wilayah, perairan laut Bali memiliki luas 9.500 km² (jarak dari garis pantai kurang lebih 12 mil laut) terbagi menjadi tiga wilayah perairan laut yaitu;

- (1) Perairan Bali Utara dengan luas ± 3.168 km² yang meliputi perairan pantai sepanjang Kabupaten Buleleng.
- (2) Perairan Bali Timur dengan luas ± 3.350 km² meliputi perairan sepanjang Kabupaten Karang Asem, Klungkung dan Gianyar.
- (3) Perairan Bali Barat dengan luas ± 2.982 km² melalui perairan laut sepanjang pantai Kabupaten Badung, Tabanan dan Jembrana (Negara).

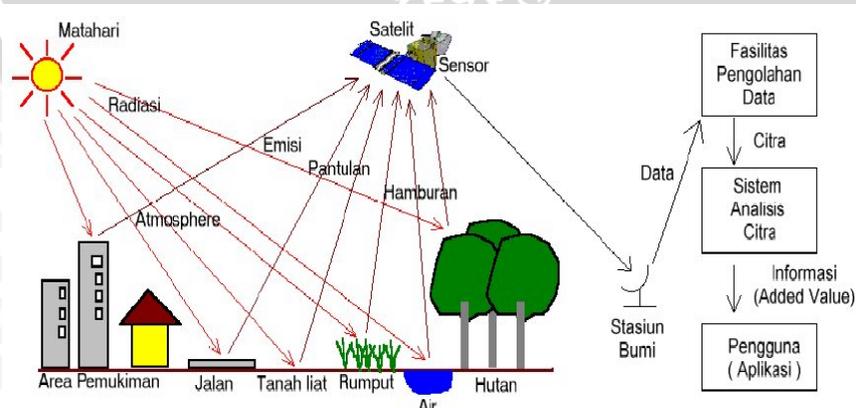
Masing-masing wilayah tersebut memiliki potensi pesisir dan lautan yang dijumpai adalah perikanan tangkap, budidaya tambak, rumput laut, keramba jaring apung (KJA), terumbu karang, mangrove, industri, pemukiman penduduk pesisir, perhubungan, pariwisata dan pertahanan keamanan (Dephut, 2010).

2.2. Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh berasal dari dua kata yaitu indera berarti melihat dan jauh berarti dari jarak jauh. Jadi berdasarkan asal katanya penginderaan jauh

berarti melihat obyek dari jarak jauh. Lillesand dan Kiefer (1999) dalam Kusmowidagyo, dkk., (2007) mendefinisikan penginderaan jauh sebagai ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah, atau gejala dengan jalan menganalisis menggunakan kaidah ilmiah data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah atau gejala yang dikaji. Sedangkan menurut Purbowaseso (1996) penginderaan jauh merupakan suatu teknik untuk mengumpulkan informasi mengenai objek dan lingkungannya dari jarak jauh tanpa sentuhan fisik dengan tujuan utama mengumpulkan data sumberdaya alam dan lingkungan. Selanjutnya Danoedoro (1996) menyebutkan bahwa penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni dalam ekstraksi informasi mengenai suatu obyek, wilayah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh tanpa melalui kontak langsung dengan objek, wilayah atau fenomena yang dikaji yang pada umumnya berbasis komputer.

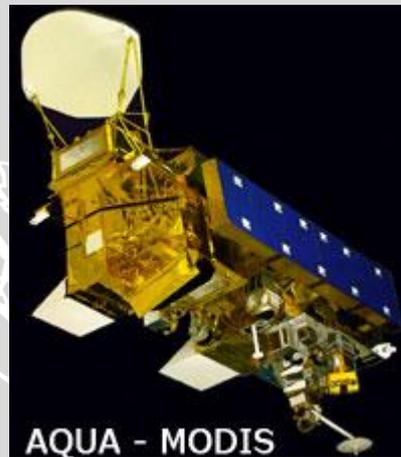
Komponen penginderaan jauh, selanjutnya akan ditulis indera, terdiri dari berbagai komponen yang terintegrasi dalam satu kesatuan. Komponen-komponen tersebut meliputi sumber tenaga, atmosfer, obyek, sensor dengan wahana, pengolahan data, interpretasi/analisis dan pengguna (*user*) (Kusmowidagyo, dkk., 2007). Secara lengkap komponen indera ini disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Sistem Penginderaan Jauh
(Sumber : Kusmowidagyo, dkk., 2007)

2.3. Satelit *Aqua-Modis*

Satelit *Aqua* adalah sebutan untuk satelit EOS PM-1 (*Earth Observing System*) yang diluncurkan pada tanggal 4 Mei 2002. Gambar satelit *Aqua Modis* tersaji pada Gambar 2. Satelit *Aqua* membawa 6 sensor, salah satunya adalah sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectro-radiometer*). *Aqua Project* adalah studi multi disiplin mengenai proses-proses yang berhubungan dengan bumi (atmosfir, laut, dan permukaan darat) (BROK, 2007). Orbit satelit *Aqua*, karakteristik Instrument Satelit *Aqua Modis*, karakteristik Sensor Modis tersaji pada Tabel 1, 2, dan 3.



Gambar 2. Satelit *Aqua Modis*
(Sumber : <http://LP DAAC.usgs.gov>)

Tabel 1. Orbit Satelit *Aqua*

Orbit	Sun Synchronous, Polar
Ascending Node	1:30 p.m. ± 15 mnt
Period	98.8 mnt
Altitude	705 diatas ekuator
Inclination	$98.2 \pm 0.1^\circ$

Sumber : <http://modis.gsfc.nasa.gov/about/specs.html>

Tabel 2. Karakteristik Instrument Satelit Aqua-Terra MODIS

Orbit :	705 km, 10:30 a.m, descending node (Terra) or 130 p.m, ascending node (Aqua), sun-synchronous, near-polar, circular			
Scan Rate:	20.3 rpm, cross track			
Swath Dimensions:	2330 km (cross track) by 10 km (along track at nadir)			
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)			
Data Rate:	10.6 Mbps (peak daytime); 6.1 Mbps (orbital average)			
Quantization:	12 bits			
Spatial Resolution:	250 m (bands 1-2), 500 m (bands 3-7), 1000 m (bands 8-36)			
Design Life:	6 years			
Primary Use	Band	Bandwidth¹	Spectral Radiance²	Required SNR³
<i>Land/Cloud/Aerosols Boundaries</i>	1	620-670	21.8	128
	2	841-876	24.7	201
<i>Land/Cloud/Aerosols Properties</i>	3	459-479	35.3	243
	4	545-565	29.0	228
	5	1230-1250	5.4	74
	6	1628-1652	7.3	275
	7	2105-2155	1.0	110
<i>Ocean Color/ Phytoplankton/ Biogeochemistry</i>	8	405-420	44.9	880
	9	438-448	41.9	838
	10	483-493	32.1	802
	11	526-536	27.9	754
	12	546-556	21.0	750
	13	662-672	9.5	910
	14	673-683	8.7	1087
	15	743-753	10.2	586
	16	862-877	6.2	516
<i>Atmospheric Water Vapor</i>	17	890-920	10.0	167
	18	931-941	3.6	57
	19	915-965	15.0	250

Sumber : <http://modis.gsfc.nasa.gov/about/specs.html>

Tabel 3. Karakteristik Sensor MODIS

KANAL	SPEKTRUM	KEGUNAAN	
1	620 – 670 nm	Lahan/Awan/ Aerosol Boundaries	
2	841 – 876 nm		
KANAL	SPEKTRUM	KEGUNAAN	
3	459 - 479 nm	Lahan/Awan/ Aerosols Boundaries	
4	545 – 565 nm		
5	1230 – 1250 nm		
6	1628 – 1652 nm		
7	2105 – 2155 nm		
8	405 – 420 nm		Ocean color / Fitoplankton / Biogeokimia
9	438 – 448 nm		
10	483 – 493 nm		
11	526 – 536 nm		
12	546 – 556 nm		
13	662 – 672 nm		
14	673 – 683 nm		
15	743 – 753 nm		
16	862 – 877 nm	Uap air atmosfer	
17	890 – 920 nm		
18	931 – 941 nm		
19	915 – 965 nm	Surface/ Temperatur Awan	
20	3.660 – 3.840 um		
21	3.929 – 3.989 um		
22	3.929 - 3.989 um		
23	4.020 – 4.080 um		
24	4.433 – 4.498 um	Temperatur atmosfer	
25	4.482 – 4.549 um		
26	1.360 – 1.390 um	Awan Cirrus Uap air	
27	6.535 – 6.895 um		
28	7.175 – 7.457 um	Sifat awan	
29	8.400 8.700 um		
30	9.580 – 9.880 um	Ozone	
31	10.780 –11.280 um	Surfacre/ Temperatur awan	
32	11.770 – 2.270 um		
33	13.185 –13.485 um	Cloud top Altitude	
34	13.485 –13.785 um		
35	13.785 –14.085 um		
36	14.085 –14.385 um		

Sumber : <http://LP DAAC.usgs.gov>

2.4. Fitoplankton

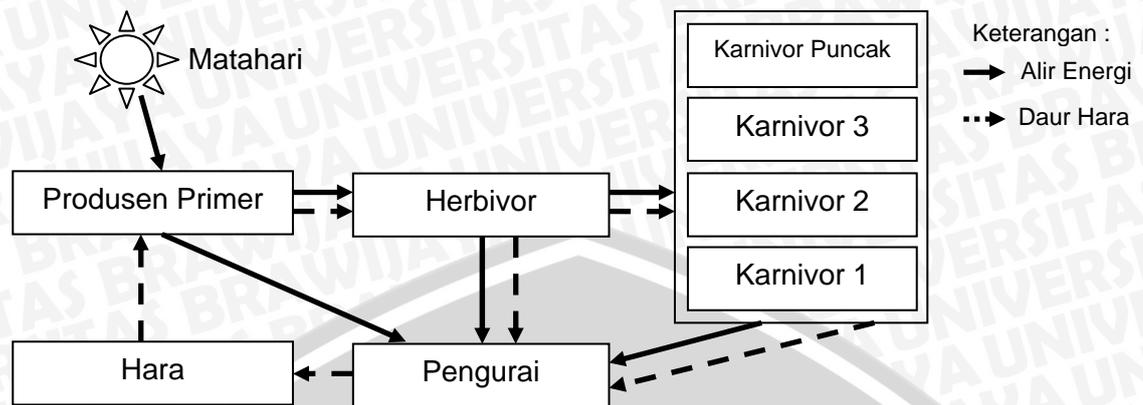
Plankton adalah makhluk (tumbuhan atau hewan) yang hidupnya mengapung, mengambang, atau melayang di dalam air yang kemampuan renangnya (kalaupun ada) sangat terbatas hingga selalu terbawa hanyut oleh

arus. Plankton dapat dibagi menjadi beberapa golongan sesuai dengan fungsinya, ukurannya, daur hidupnya atau sifat sebarannya (Nontji, 2008).

Secara fungsional, plankton dapat digolongkan menjadi empat golongan utama yakni fitoplankton, zooplankton, bakterioplankton, dan virioplankton. Untuk fitoplankton sendiri adalah sebutan untuk plankton nabati, adalah tumbuhan yang hidupnya mengapung atau melayang dalam laut. Ukurannya sangat kecil, tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Ukuran yang paling umum berkisar antara 2 - 200 mikrometer atau 0,001 mm. Fitoplankton umumnya berupa individu bersel tunggal, tetapi ada juga yang membentuk rantai. Meskipun ukurannya yang sangat halus namun bila mereka tumbuh sangat lebat dan padat serta dapat menyebabkan perubahan pada warna air laut (Nontji, 2008).

Fitoplankton memiliki fungsi penting di laut, karena bersifat autotrofik, yakni dapat menghasilkan sendiri bahan organik makanannya. Fitoplankton mengandung klorofil dan karenanya mempunyai kemampuan berfotosintesis yakni menyadap energi surya untuk mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik. Karena kemampuannya memproduksi bahan organik dari bahan anorganik ini maka fitoplankton juga disebut sebagai produsen primer (Nontji, 2008).

Fitoplankton merupakan produsen primer yang terpenting di laut yang menghasilkan zat-zat organik dari anorganik melalui proses fotosintesis. Dalam proses ini, energi surya (sinar matahari) disadap dan disimpan dalam senyawa kimia organik berenergi tinggi dalam sel-sel fitoplankton. Pada gilirannya fitoplankton akan dimakan oleh hewan herbivor, yang selanjutnya akan dimakan pula oleh hewan karnivor. Karnivor ini akan dimangsa pula oleh karnivor yang lebih besar, dan seterusnya hingga sampai pada karnivor puncak (*top carnivore*) yang tidak lagi mempunyai pemangsa, dengan demikian terbentuklah rantai makanan (*food chain*) seperti pada Gambar 3 (Nontji, 2008).



Gambar 3. Alir Energi fitoplankton (Nontji, 2008)

2.5. Klorofil-a

Klorofil-a merupakan pigmen hijau fitoplankton yang digunakan dalam proses fotosintesis, semua fitoplankton mengandung klorofil-a yang beratnya kira-kira 1-2 % dari berat kering alga. Sebenarnya ada tiga macam klorofil yang dikenal yaitu klorofil-a, klorofil-b, dan klorofil-c. Selain itu juga ada beberapa jenis pigmen fotosintesis seperti karoten dan xantofil. Dari pigmen-pigmen tersebut, klorofil-a merupakan pigmen yang paling umum terdapat pada fitoplankton sehingga menjadi pigmen yang penting dalam proses pembentukan bahan organik (fotosintesis). Fitoplankton merupakan produsen utama dalam sistem mata rantai di laut (Realino, 2005).

Menurut Hatta (2002) konsentrasi klorofil-a di perairan Selat Bali mempunyai kandungan klorofil-a tinggi. Ada beberapa kategori kisaran konsentrasi klorofil-a. Secara detail tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Kategori Klorofil-a berdasarkan nilai konsentrasi

Kategori	Konsentrasi Klorofil-a (mg/m ³)
Rendah	<0,07
Sedang	0,07 – 0,14
Tinggi	>0,14

Sumber : Hatta (2002)

2.6. *Blooming Algae*

Fitoplankton memiliki klorofil yang berperan dalam fotosintesis untuk menghasilkan bahan organik dan oksigen dalam air yang digunakan sebagai dasar mata rantai pada siklus makanan di laut. Namun fitoplankton tertentu mempunyai peran menurunkan kualitas perairan laut apabila jumlahnya berlebih (*blooming*). Ledakan populasi fitoplankton yang diikuti dengan keberadaan jenis fitoplankton beracun akan menimbulkan ledakan populasi alga berbahaya (*Harmful Algae Blooms-HABs*). Faktor yang dapat memicu ledakan populasi fitoplankton berbahaya antara lain karena adanya eutrofikasi, adanya *upwelling* yang mengangkat massa air yang kaya unsur-unsur hara, adanya hujan lebat dan masuknya air ke laut dalam jumlah yang besar (Aunurohim, dkk.,2009).

Hasil penelitian Makmur (2008) menyebutkan bahwa peledakan alga selain disebabkan karena buangan domestik yang dibawa aliran sungai yang masuk ke perairan laut yang mengakibatkan tingginya konsentrasi nutrien di suatu badan air (seperti Nitrogen, Fosfor dan Silikat), maka unsur hara yang cukup banyak bisa terkumpul di suatu kawasan laut yang relatif tenang semisal teluk, akibat pergerakan arus yang memusat dan menuju ketempat tertentu.

2.7. *Suhu Permukaan Laut (SPL)*

Suhu air laut merupakan ukuran energi gerakan partikel dan merupakan faktor yang banyak mendapatkan perhatian dalam penelitian di kelautan, karena suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting bagi kehidupan

organisme laut. Fluktuasi harian laut pada umumnya tidak lebih dari 0,2 – 0,4°C (Realino, 2005).

Menurut Laevastu dan Hayes (1981) dalam Realino (2005) bahwa umumnya suhu digunakan sebagai indikator untuk menentukan perubahan ekologi. Hal ini tidak saja menyangkut suhu dan daerah fluktuasinya, akan tetapi juga menyangkut gradien horizontal dan vertikalnya serta variasi dari suatu tempat ke tempat lainnya.

Perubahan suhu dapat menyebabkan terjadinya sirkulasi dan stratifikasi air secara langsung maupun tidak langsung yang nantinya akan berpengaruh terhadap distribusi ikan (organisme perairan). Ikan-ikan akan cenderung memilih suhu tertentu untuk dapat hidup dengan baik. Aktivitas metabolisme serta penyebaran ikan banyak dipengaruhi oleh suhu air tersebut, dalam hal ini ikan sangat peka terhadap perubahan suhu walau hanya 0,3°C. Fluktuasi suhu dan perubahan geografis ternyata bertindak sebagai faktor penting yang merangsang dan menentukan pengelompokan ikan serta untuk menentukan penilaian daerah penangkapan ikan (Laevastu dan Hayes, 1981 dalam Realino, 2005).

2.8. *Upwelling*

Proses *upwelling* adalah suatu proses naiknya massa air yang berasal dari dasar perairan. Menurut Realino (2005) bahwa *upwelling* dapat terjadi karena 3 proses, yaitu :

1. *Upwelling* terjadi pada waktu arus dalam (*deep current*) bertemu dengan suatu rintangan seperti *mid-ocean ridge* (suatu *ridge* yang berada ditengah lautan) dimana arus tersebut dibelokkan ke atas dan selanjutnya air mengalir deras kepermukaan.
2. *Upwelling* terjadi ketika dua massa air bergerak berdampingan, misalnya saat massa air di utara berada di bawah pengaruh gaya *Coriolis* dan

massa air di selatan ekuator bergerak ke arah selatan di bawah gaya *Coriolis* juga, keadaan tersebut akan menimbulkan ruang kosong pada lapisan di bawahnya, hal ini terjadi karena adanya *divergensi* pada perairan tersebut.

3. *Upwelling* dapat pula disebabkan oleh arus yang menjauhi pantai akibat tiupan angin yang terus-menerus selama beberapa waktu. Arus ini membawa massa air di permukaan pantai ke laut lepas yang mengakibatkan ruang kosong di daerah pantai yang kemudian diisi oleh massa air di bawahnya.

Peristiwa timbal balik merupakan gejala alam biasa yang terjadi jika terjadi penurunan suhu lapisan air permukaan lebih rendah dari suhu lapisan air di bawahnya. Hal itu mengakibatkan berat jenis air permukaan lebih tinggi bila dibandingkan dengan lapisan air di bawahnya sehingga terjadi peristiwa timbal balik massa air lapisan atas turun ke bawah berganti tempat dengan massa air lapisan bawah yang pindah ke atas. Dalam hal ini peristiwa *downwelling* dan *upwelling* terjadi serentak. *Downwelling* untuk massa air yang turun dan *upwelling* bagi massa air yang naik. Gejala ini memang tidak ada yang mempermasalahkannya karena memang seharusnya begitulah yang terjadi (Masyamir, 1996 dalam Realino, 2005).

2.9. Deskripsi Ikan Lemuru

Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) atau disebut juga *Bali Sardine* (Gambar 4) merupakan ikan pelagis yang mendominasi perairan Selat Bali. Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) merupakan salah satu sumberdaya ikan di perairan Selat Bali yang mempunyai potensi dan nilai ekonomis yang cukup tinggi. Produksi hasil tangkapan yang diperoleh saat ini sudah mengalami penurunan sebagai akibat terjadinya penangkapan berlebih (*overfishing*) (Bleeker, 1853).



Gambar 4. Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*)
Sumber : Bleeker (1853)

2.9.1. Klasifikasi Ikan Lemuru

Taksonomi Lemuru menurut Bleeker (1853) dalam <http://www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/> adalah sebagai berikut:

Phylum	: Chordata
Subphylum	: Vertebrata
Superclass	: Osteichthyes
Class	: Actinopterygii
Subclass	: Neopterygii
Infraclass	: Teleostei
Superorder	: Clupeomorpha
Order	: Clupeiformes
Suborder	: Clupeoidei
Family	: Clupeidae
Subfamily	: Clupeinae
Genus	: <i>Sardinella</i>
Species	: <i>Sardinella lemuru</i>



2.9.2. Penyebaran Ikan Lemuru

Lemuru (*Sardinella lemuru*) menghuni perairan tropis yang ada di daerah Indo-Pasifik. Ikan ini merupakan habitat yang menghuni suatu daerah dengan area yang luas yaitu di sebelah timur Samudra Hindia, yaitu Pukhet, Thailand, pantai selatan di Jawa Timur dan Bali, Australia Barat, dan Samudera Pasifik (dari Pulau Jawa sebelah utara sampai Philipina, Hong Kong, Taiwan bagian selatan dan Pulau Jepang). Di sebelah tenggara Pulau Jawa dan Bali, konsentrasi ikan Lemuru sebagian besar berada di Selat Bali (Whitehead, 1985 dalam Merta, 1995).

Selama siang hari gerombolan ikan padat ditemukan dekat dengan dasar perairan, sedangkan pada malam mereka bergerak ke lapisan dekat permukaan membentuk gerombolan yang menyebar. Kadang gerombolan Lemuru ditemukan di atas permukaan selama siang hari ketika cuaca berawan dan gerimis. Bagaimanapun, secara normal sulit untuk menangkap ikan tersebut dengan cepat. Penangkapan secara normal dapat dilakukan selama malam hari ketika ikan pindah atau bergerak dekat dengan permukaan air. Berikut peta daerah penyebaran ikan Lemuru di Selat Bali (Merta, 1995).

2.9.3. Makanan Ikan Lemuru

Makanan utama Lemuru adalah zooplankton (90,5-95,5%) dan fitoplankton (4,5-9,5%). Zooplankton yang paling banyak dikonsumsi Lemuru adalah copepoda (53,8-55,0%) dan decapoda (6,5-9,4%) (Burhanudin dan Praseno, 1982 dalam Merta, 1995).

2.9.4. Umur dan Perkembangbiakan Ikan Lemuru

Umur Lemuru bisa mencapai 4 tahun dengan rata-rata panjang 115 mm pada umur 1 tahun, 155 mm pada umur 2 tahun, 186 mm pada umur 3 tahun dan 203 mm pada umur 4 tahun (Merta, 1995).

Menurut Dwipongo (1972) *dalam* Merta (1995) ikan Lemuru berkembang biak pada bulan Juni-Juli. Biasanya Lemuru menuju ke arah perairan pantai untuk melakukan perkembangbiakan karena salinitasnya lebih rendah. Sedangkan Whitehead (1985) *dalam* Merta (1995) mengatakan bahwa Lemuru melakukan perkembangbiakan pada akhir musim hujan setiap tahun. Merta (1995) mengemukakan bahwa Lemuru melakukan perkembangbiakan pada perairan yang dalam yang tidak bisa terganggu oleh mesin kapal. Lemuru siap melakukan reproduksi biasanya setelah mencapai panjang 17,79-18,30 cm.

