

## SIFAT OPTIK TELUK AMBON DAN KAITANNYA DENGAN MASALAH LINGKUNGAN

oleh

SAM WOUTHUYZEN<sup>1)</sup>

### ABSTRAK

Pengukuran bulanan parameter *ocean color*, seperti konsentrasi klorofil-a, total pigmen, total material tersuspensi (seston) dan kecerahan, yang dipakai untuk menentukan sifat optik perairan Teluk Ambon telah dilakukan dari bulan Maret hingga Desember 1997. Penentuan sifat optik perairan ini didasarkan atas perbandingan antara konsentrasi seston (mg/L) terhadap konsentrasi total pigmen ( $\mu\text{g/L}$ ). Hasil menunjukkan bahwa sifat optik Teluk Ambon dapat dikategorikan sebagai perairan Tipe II, yakni perairan yang didominasi oleh seston (sedimen), kecuali data pada bulan Mei 1997. Sifat optik perairan ini tampaknya berhubungan dengan penurunan Indeks Vegetasi (VI) di Pulau Ambon yang dapat dipantau melalui citra multi-temporal satelit LANDSAT-5. Penurunan nilai VI ini disebabkan pengelolaan daerah dataran tinggi (*upland*) yang buruk, sehingga menyebabkan terjadinya proses sedimentasi yang cukup berat bagi Teluk Ambon, khususnya pada musim hujan dan selanjutnya berakibat pada penurunan luas tutupan karang hidup serta kemungkinan hilangnya daerah penangkapan ikan umpan.

### ABSTRACT

**OPTICAL CHARACTERISTIC OF AMBON BAY AND ITS RELATED ENVIRONMENTAL PROBLEM.** *Monthly measurements of ocean color parameter, such as concentration of chlorophyll-a, total pigments, total suspended material and transparency, that were used for describing the optical properties of Ambon Bay waters was conducted from March to December 1997. The optical property of the water was determined based on the ratio of total suspended material (mg/L) to total pigment concentrations ( $\mu\text{g/L}$ ). The results showed that the optical properties of Ambon Bay waters could be categorized as Type II waters, which means that the bay were more dominated by the concentration of sediments, except in May. This property correlated with the degradation of Vegetation Index (VI) in the Ambon Island that monitored by analyzing multi-temporal of LANDSAT-5 Images. Degradation of vegetation was due to the bad watershed management in the upland area that consequently heavily polluted the bay with sediment, especially during the rainy season. This process followed by decreasing of living corals coverage and probably the lost of the fishing ground of baits fisheries.*

1) Balitbang Sumberdaya Laut, P3O-LIPI, Jl. Pasir Putih 1, Ancol Timur, Jakarta 11048  
Tel. 62 021 683850; Fax 62 021 681948, e-mail: swouthuyzen@bogor.wasantara.net.id

## PENDAHULUAN

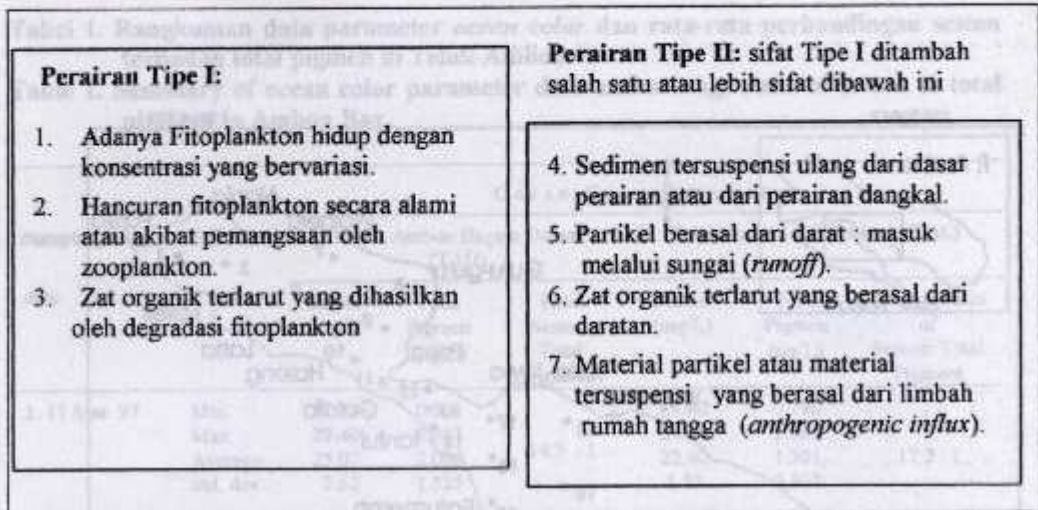
Warna laut atau *ocean color* didefinisikan sebagai radians atau energi gelombang elektromagnetik yang keluar dari permukaan air laut pada panjang gelombang tampak (400-700 nm). Energi tersebut dipengaruhi oleh zat-zat terlarut dalam air seperti total pigmen, bahan organik dan anorganik yang tersuspensi (seston) dan lain-lain (BARALE 1986; HOLIGAN *et al.* 1989).

Total pigmen adalah penjumlahan antara konsentrasi klorofil-a dan faeofitin-a. Klorofil-a menggambarkan konsentrasi dari sel fitoplankton yang masih sehat atau hidup, sedangkan faeofitin-a adalah merupakan degradasi dari sel fitoplankton yang telah mati karena telah kehilangan inti magnesiumnya (MAUL 1985, KIRK 1983). Kedua pigmen tersebut memiliki puncak-puncak penyerapan dan pemantulan gelombang elektromagnetik (cahaya) tersendiri. Seston merupakan total materi yang tersuspensi di dalam air. Seston dapat terdiri atas bahan organik (termasuk sel fitoplankton itu sendiri) dan juga bahan anorganik seperti sedimen.

Data dari hasil pengukuran parameter *ocean color* tersebut di atas dapat dipakai untuk menentukan kekhasan sifat optik yang dimiliki suatu perairan, dimana lebih lanjut dapat diaplikasikan guna mempelajari berbagai bidang seperti biologi laut, manajemen perikanan, lingkungan dan pencemaran perairan, serta lainnya (GOWER dan BOSTARD 1990).

SATYENDRANATH dan MOREL (1983) mengkategorikan sifat optik perairan menjadi dua kategori, yaitu perairan Tipe I dan Tipe II. Tipe I merupakan perairan dimana sel dari fitoplankton yang hidup (klorofil-a), pemangsa fitoplankton oleh zooplankton dan penguraian alamiah fitoplankton serta zat organik terlarut yang dihasilkan oleh fitoplankton, mempunyai peranan yang dominan dalam menentukan sifat optik suatu perairan. Bila suatu perairan mempunyai sifat seperti Tipe I, tetapi ditambah dengan adanya salah satu atau lebih dari kejadian berikut ini; yaitu adanya sedimen yang tersuspensi ulang dari dasar laut atau dari perairan dangkal, adanya masukan partikel-partikel dari sungai (*run off*), adanya bahan organik berasal dari daratan dan adanya bahan berbentuk partikel atau suspensi berasal dari buangan rumah tangga (*anthropogenic influx*), maka perairan ini dikategorikan sebagai Tipe II (Gambar 1).

Tulisan ini membahas tentang sifat optik perairan Teluk Ambon berdasarkan hasil pengukuran lapangan parameter *ocean color*, melihat faktor yang mempengaruhinya serta dampaknya terhadap lingkungan perairan.



Gambar 1. Bagan sifat optik suatu perairan yang dikutip dari SATHYENDRANATH and MOREL (1983).

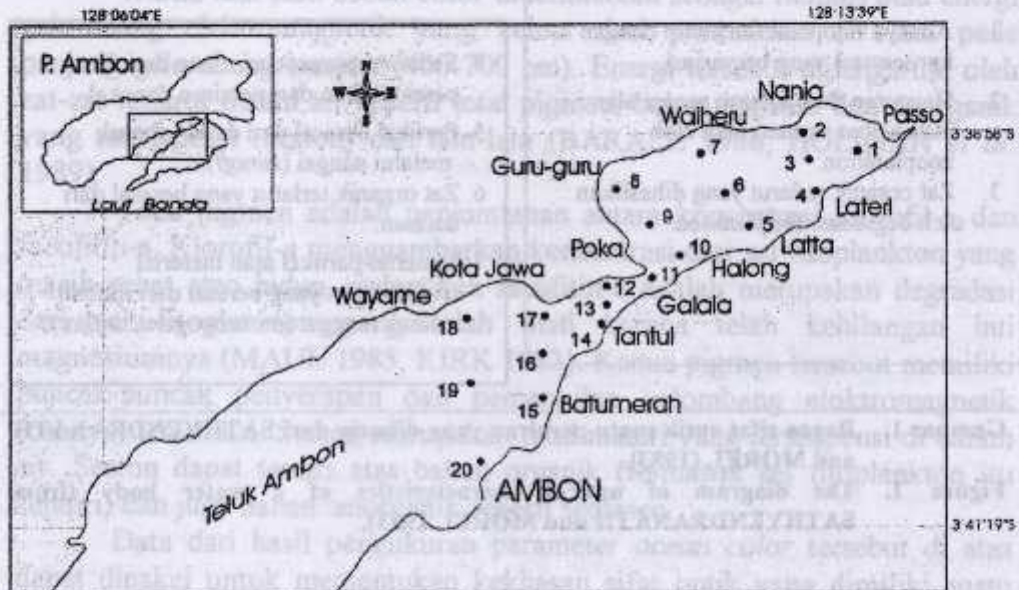
Figure 1. The diagram of optical characteristics of a water body (from SATHYENDRANATH and MOREL 1983).

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Teluk Ambon dari bulan Maret hingga Desember 1997. Data parameter ocean color berupa konsentrasi total pigmen (klorofil-a + faeofitin-a) dan seston dikumpulkan dari 20 stasiun (Gambar 2), yang terdiri atas 10 stasiun berada di Teluk Ambon bagian dalam (TAD), dua stasiun di sekitar ambang (*sill*) Galala-Poka dan delapan stasiun berada di Teluk Ambon bagian luar (TAL).

Sampel air laut pada lapisan permukaan sebanyak 1500 ml diambil dari 20 stasiun penelitian dengan menggunakan botol van Dorn. Di laboratorium, total pigmen dan seston dari sampel yang terkumpul dianalisa mengikuti prosedur baku dari STRICKLAND and PARSON (1972).

Atas dasar penelitian TOPLISS *et al.* (1990) di Teluk Fundy, sifat suatu perairan dapat ditentukan antara lain dengan melihat perbandingan antara konsentrasi sedimen tersuspensi atau seston (mg/L) terhadap konsentrasi total pigmen ( $\mu\text{g/L}$ ). Suatu perairan dikategorikan sebagai perairan Tipe II (didominasi oleh sedimen), jika perbandingan antara antara konsentrasi sedimen tersuspensi (seston) terhadap total pigmen adalah 6,6:1, dengan konsentrasi sedimen  $> 10$  mg/L. Sebaliknya, jika perbandingannya lebih kecil, maka perairan dikategorikan sebagai perairan Tipe I (perairan lebih didominasi oleh total pigmen atau sel fitoplankton).



Gambar 2. Peta Teluk Ambon serta stasiun pengambilan parameter *ocean color*.

Figure 2. The map of Ambon Bay including the sampling stations of ocean color parameter

Perubahan Indeks Vegetasi (VI) dengan jarak dua km dari garis pantai Teluk Ambon dipantau dengan menggunakan tiga buah citra satelit multi-temporal LANDSAT-5 path 109, Row :062, yang diambil pada tanggal 20 Maret 1985 (LANDSAT-5 MSS); 27 September 1993 (LANDSAT-5 TM) dan 25 Januari 1998 (LANDSAT-5 TM) yang dibeli dari ACRES (Australian Center for Remote Sensing) dan LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa), Indonesia. Pemantauan Indeks Vegetasi ditujukan untuk melihat hubungan antara pengelolaan daerah atas (*upland*) P. Ambon yang mempengaruhi sifat optik perairan teluknya.

Karena data citra satelit pada setiap tanggal yang digunakan memiliki kondisi atmosferik yang berbeda, maka sebelum pemrosesan data citra, pengaruh atmosferik terlebih dahulu perlu dikoreksi (*atmospheric correction*). Koreksi atmosferik mengikuti prosedur yang dikenal dengan nama *Haze Removal* atau *Dark Pixel* (RICHARD 1986; RITCHI & COOPER 1988).

## SIFAT OPTIK TELUK AMBON

**Tabel 1. Rangkuman data parameter *ocean color* dan rata-rata perbandingan seston terhadap total pigmen di Teluk Ambon.**





**Table 1. Summary of ocean color parameter data and average ratio of seston to total pigment in Ambon Bay**

Sampling date	Statistics	Ocean Color Parameter					
		Teluk Ambon Bagian Dalam (TAD)			Teluk Ambon Bagian Luar (TAL)		
		Seston (mg/l)	Total Pigmen ( $\mu\text{g/L}$ )	Ratio Seston: Total Pigment	Seston (mg/L)	Total Pigmen ( $\mu\text{g/L}$ )	Average ratio of Seston: Total Pigment
1. 11 Mar. 97	Min. Max. Average Std. dev.	21.60 29.40 25.07 2.62	0.561 5.981 2.000 1.525	14.3 : 1	19.60 24.20 22.40 1.50	0.780 1.869 1.301 0.302	17.2 : 1
2. 27 Mar. 97	Min. Max. Average Std. dev.	15.00 23.80 19.60 2.10	0.934 5.233 2.265 1.430	8.6 : 1	16.00 22.20 20.31 1.56	0.801 1.495 1.157 0.229	17.5 : 1
3. 28 Apr. 97	Min. Max. Average Std. dev.	15.20 22.40 20.11 1.81	0.534 1.335 0.774 0.238	26.0 : 1	19.20 23.80 21.35 1.38	0.187 1.869 0.801 0.458	26.7 : 1
4. 14 Mei 97	Min. Max. Average Std. dev.	8.40 11.16 9.50 0.833	2.240 6.018 3.676 1.205	2.6 : 1	8.00 13.27 9.68 1.91	1.962 3.140 2.512 0.433	3.9 : 1
5. 25 Aug 97	Min. Max. Average Std. dev.	- - - -	1.121 2.243 1.594 0.403	----	- - - -	0.403 2.430 1.450 0.510	----
6. 03 Sep. 97	Min. Max. Average Std. dev.	15.80 34.79 29.64 5.06	0.934 2.243 1.250 0.412	23.7 : 1	27.20 42.77 35.05 4.83	0.422 2.243 1.470 0.481	23.8 : 1
7. 08 Des. 97	Min. Max. Average Std. dev.	22.55 28.18 24.421 1.252	0.392 1.962 1.164 0.433	21.8 : 1	24.80 27.56 25.69 5.34	0.392 1.962 1.089 0.441	23.6 : 1
8. 24 Des. 97	Min. Max. Average Std. dev.	27.00 36.40 31.11 3.04	0.523 2.878 1.378 0.660	22.6 : 1	23.00 28.20 25.47 2.13	0.523 2.878 1.242 0.056	20.5 : 1

Indeks Vegetasi (VI) dipantau dengan menggunakan dua band pada panjang gelombang merah dan inframerah dekat (*near infrared*), yang telah dikoreksi pengaruh atmosferiknya. Untuk LANDSAT MSS (*Multi Spectral Scanner*) digunakan *Band 2* (MSS2 ; Merah: 600-700 nm) dan *Band 4*

**Tabel 2. Perubahan luas vegetasi (ha) dan Indeks Vegetasi (ha) untuk masing-masing kelas sepanjang belta dua km dari garis pantai Teluk Ambon pada tahun 1985, 1993 dan 1998**

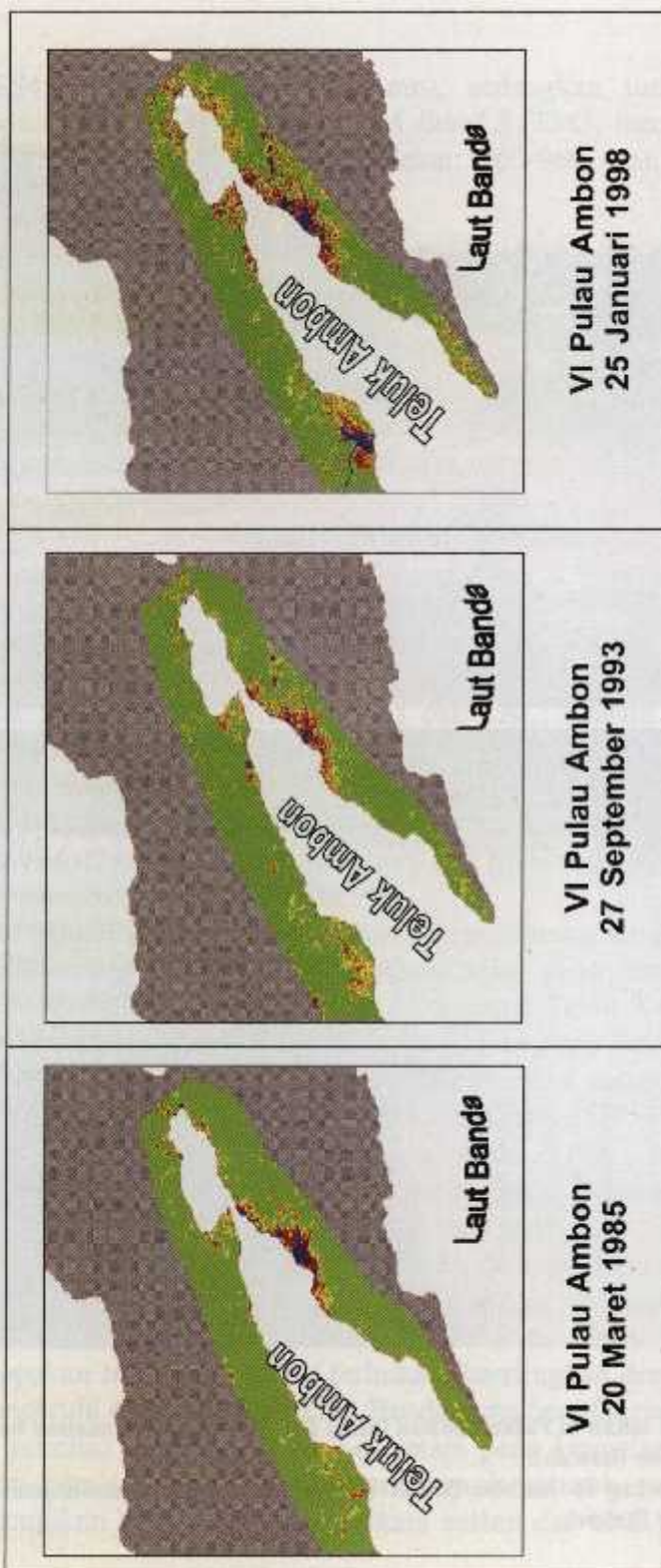
**Table 2. The changes of vegetation coverage (ha) and Vegetation Index for every class, along two kilometers belts from Ambon Bay beach line towards the land at the periods of 1985, 1993 and 1998.**

Value of VI	Colour of VI	Notes	Vegetation coverage (ha)		
			20 March 1985	27 Sept 1993	25 Jan 1998
<1		Non vegetated area	209	159	737
1~18		Low vegetated area	348	482	1083
18~40		Medium vegetated area	758	1097	1810
>40		Densely vegetated area	9777	9593	7579

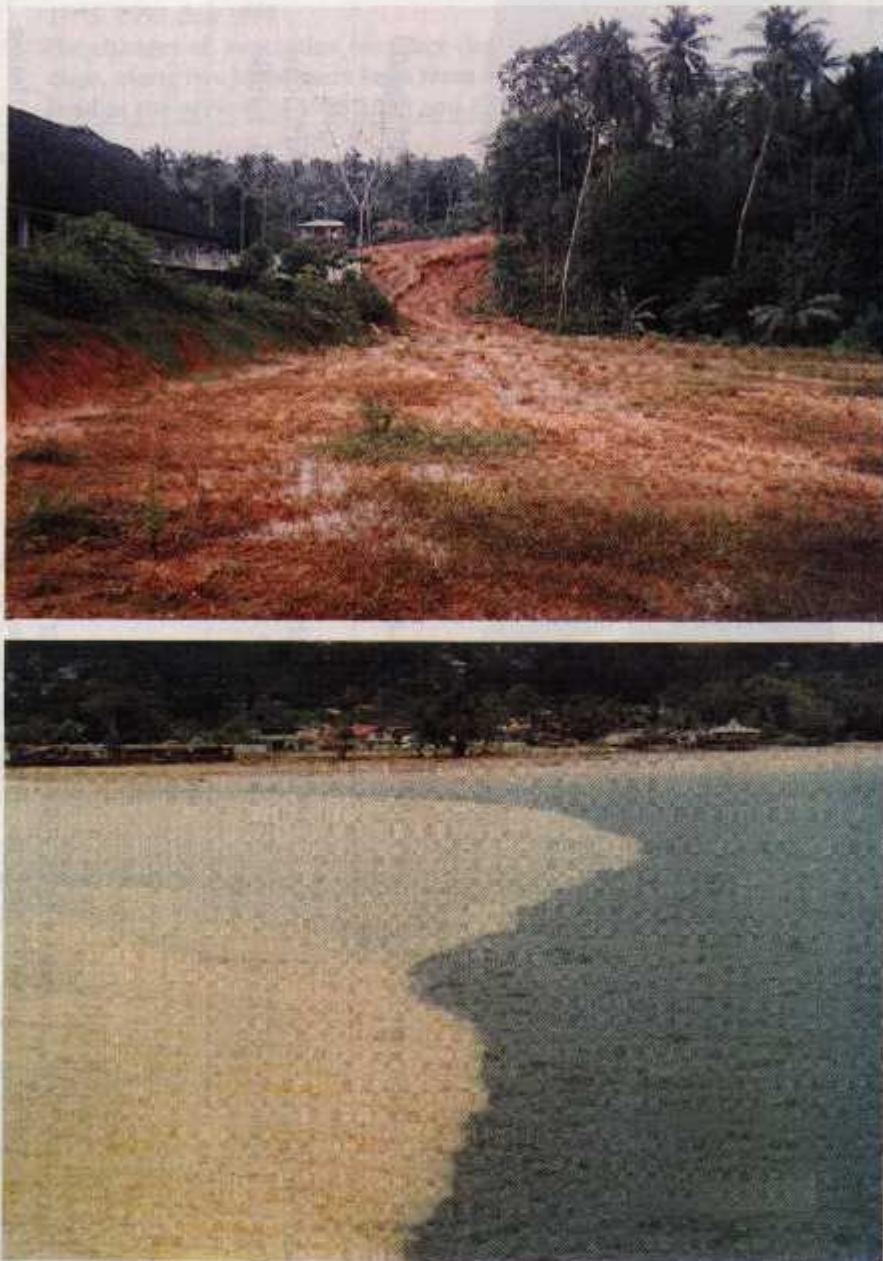
**Tabel 3. Perubahan persentasi penutupan karang hidup di Teluk Ambon (TAL dan TAD) antara tahun 1985 ~ 1997.**

**Table 3. Changes of percentage of living coral coverage in Ambon Bay between 1985-1997**

Location	Percentage (%) of living coral coverage	
	1985	1987
<b>Teluk Ambon Luar</b>		
- Eri	76	50
- Kota Jawa	69	25
- Liliboi	69	35
- Silale	61	51
- Air Solobar	60	10
- Poka	56	—
- Hative Besar	53	21
- Batu Capeo	23	10
<b>Teluk Ambon Dalam</b>		
- Halong	33	<10
- Kate-Kate	23	0



Gambar 3. Indeks Vegetasi Pulau Ambon tahun 1985, 1993 dan 1998 hasil analisa citra satelit LANDSAT-5  
Figure 3. Vegetation Index of Ambon Island in 1985, 1993 and 1999 as the result of LANDSAT-5 image analysis



**Gambar 4. Pembukaan lahan di Pulau Ambon (atas) dan proses sedimentation berat di Teluk Ambon (bawah).**  
**Figure 4. Land opening in Ambon Island (above) and heavily sedimentation of Ambon Bay (below)**



(MSS4; inframerah: 800-1100 nm), sedangkan untuk LANDSAT TM (*Thematic Mapper*) digunakan TM Band 3 (TM3; merah: 630-690 nm) dan TM Band 4 (TM4; inframerah dekat: 760-960 nm). VI dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$VI = \frac{\text{Band inframerah terkoreksi (MSS4; TM4)} - \text{Band Merah terkoreksi (MSS2; TM3)}}{\text{Band inframerah terkoreksi (MSS4; TM4)} + \text{Band Merah terkoreksi (MSS2; TM3)}} \times 100$$

VI dibagi atas empat kelas mengikuti klasifikasi SUBAGIO (1997) dengan sedikit modifikasi, yakni kelas bukan vegetasi ( $VI < 1$ ); vegetasi rendah ( $VI: 1-18$ ), vegetasi sedang ( $VI = 18-40$ ) dan vegetasi lebat ( $VI > 40$ ).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama delapan kali pengambilan contoh di Teluk Ambon terkumpul 143 set data hasil pengukuran parameter *ocean color* yang rangkumannya berikut perbandingan antara konsentrasi seston terhadap total pigmen di Teluk Ambon (TAD; Stasiun 1-11 dan TAL; Stasiun 1-20) disajikan pada Tabel 1. Pengukuran parameter *ocean color* ini dilakukan mencakup hampir seluruh musim (4 musim), yakni Musim Peralihan I (Maret-Mei), Musim Timur (Juni-Agustus), yang merupakan musim hujan di P. Ambon, Musim Peralihan II (September-November) dan Musim Barat (Desember-Februari) yang merupakan musim kering.

Dari Tabel 1 terlihat bahwa perbandingan antara konsentrasi seston terhadap total pigmen menunjukkan nilai yang masing-masing berkisar antara 8,6-23,7 : 1, dan 17,2-23,8 : 1 untuk Teluk TAD dan TAL, dimana nilai tersebut melebihi 6,6 : 1, kecuali data pada bulan Mei 1997 (2,6 : 1 untuk TAD dan 3,9 : 1 untuk TAL). Konsentrasi seston berkisar antara 9,6 ~ 42,1 mg/l. Berdasarkan data ini dan klasifikasi TOPLISS (1990), maka sifat optik perairan di Teluk Ambon baik TAD, maupun TAL dapat diklasifikasikan sebagai perairan Tipe II, yakni perairan dimana konsentrasi sedimen lebih dominan dibandingkan total pigmen.

Berbeda dengan perairan Tipe II, perairan Tipe I biasanya merupakan perairan oseanik, yang sifat optiknya sangat dipengaruhi hanya oleh sel fitoplankton dan produk turunannya. Dalam kasus Teluk Ambon, TAL merupakan teluk yang relatif terbuka dibandingkan dengan TAD dan selalu dipengaruhi oleh massa air Laut Banda yang bersifat oseanik (perairan dalam dan salinitas tinggi  $>34,000$  ‰), tetapi pada kenyataannya TAL tergolong dalam perairan Tipe II, bahkan hampir seluruh parameter *ocean color* menunjukkan bahwa nilai rasio antara seston dan total pigmen di TAL lebih

tinggi dari TAD. Ditinjau dari musim, sifat optik perairan Tipe II berlangsung hampir sepanjang tahun 1997 di Teluk Ambon, walaupun pada musim barat yang merupakan musim kering bagi P. Ambon dengan curah hujan rata-rata jauh lebih rendah dari musim timur (musim hujan).

Hasil studi intensif selama tiga tahun terhadap parameter *ocean color* yang dilakukan di Teluk Omura, Nagasaki Prefecture, Japan oleh WOUTHUYZEN (1991) menunjukkan bahwa rasio rata-rata antara seston terhadap total pigmen di teluk ini untuk musim gugur (*fall*), dingin (*winter*), semi (*spring*) dan panas (*summer*) berturut-turut adalah 1,23 : 1, 1,29 : 1, 1,23 : 1 dan 3,10 : 1 dengan nilai rata-rata untuk seluruh musim adalah 1,54 : 1 yang jauh lebih kecil dari 6,6 : 1. Hasil ini memperlihatkan bahwa perairan Teluk Omura secara optik terkatagori sebagai perairan Tipe I (didominasi oleh sel fitoplankton), meskipun teluk ini merupakan teluk yang sangat tertutup (*enclosed bay*), dimana hubungan dengan laut lepas (Laut Jepang) harus melalui sebuah teluk lainnya (Teluk Sasebo).

Dengan mengetahui sifat optik suatu perairan, maka dapat diperoleh gambaran tentang pengelolaan lingkungan di sekitar perairan tersebut, khususnya pada daerah atas (*upland*). Hasil studi di Teluk Omura menunjukkan bahwa pengelolaan daerah atas di teluk ini sangat baik, sehingga pada musim hujan sedimen yang masuk ke teluk tidak begitu berarti. Pengelolaan lingkungan yang baik di sekitar teluk ini juga diperlihatkan oleh WOUTHUYZEN *et al.* (1991) dalam studinya tentang eutrofikasi menggunakan teknik *remote sensing* yang dipantau melalui data transparansi perairan. Laju penurunan transparansi dari pertengahan tahun 1950 hingga pertengahan 1970 (20 tahun) adalah 0.125 m/tahun, namun dari pertengahan 1970 hingga pertengahan tahun 1980, laju penurunan transparansi menjadi tiga kali lebih lambat, yakni hanya 0.04 m/tahun.

Sebaliknya di P. Ambon, pengelolaan daerah atas  $\pm 2$  km dari garis pantai Teluk Ambon sangat buruk. Pembukaan lahan pada topografi tinggi dengan kemiringan lereng yang curam ( $40^\circ$ ) untuk pemukiman, peladangan dan sebagainya terjadi di banyak tempat, walaupun dalam rencana umum tata ruang (RUTR), daerah tersebut merupakan daerah kritis yang tidak boleh dibuka, namun tetap dipaksakan. Hal ini terpantau dari hasil analisa Indeks Vegetasi (IV) di P. Ambon dengan menggunakan data Citra satelit LANDSAT-5 antara tahun 1985, 1993 dan 1998 seperti yang terlihat dalam Gambar 3, sedangkan data tentang total area lahan yang dibuka pada jarak dua km dari garis pantai Teluk Ambon disajikan dalam Tabel 2.

Gambar 3 dan Tabel 2 memperlihatkan bahwa daerah atas P. Ambon yang bervegetasi rendah dan sedang bertambah luas, sedangkan yang bervegetasi lebat semakin menurun antara tahun 1985~1993 dan 1993~1998, yaitu total berkisar 2200 hektar. Penurunan VI yang diakibatkan dari pembukaan lahan di daerah atas P. Ambon (Gambar 4 atas) menyebabkan

terjadinya proses sedimentasi yang berat di sekitar garis pantai, terutama pada musim hujan sehingga mengubah warna air laut Teluk Ambon dari biru menjadi merah (Gambar 4 bawah). Proses sedimentasi yang berat ini lebih lanjut menyebabkan pula semakin mengecilnya area tutupan karang hidup antara tahun 1987 dan 1997 (Tabel 3), karena polip-polip dari karang tersebut mati tertutup sedimen.

WOUTHUYZEN *et al.* (1984) telah lama menduga bahwa berkurangnya atau hilangnya ikan umpan hidup dari Teluk Ambon, khususnya TAD, seperti ikan Puri (*Stolephorus* spp), Make (*Sardinella* spp), Tatare (*Rastreliger* sp.), Komu (*Auxis thazard*) dan sebagainya yang biasa digunakan dalam penangkapan ikan cakalang (perikanan *huhate*) disebabkan oleh adanya sedimentasi berat. TAD hingga akhir tahun 1970'an dikenal sebagai ladang ikan hidup. Data sebelum tahun 1970'an menunjukkan bahwa ikan umpan masuk ke TAD dan melimpah mencapai puncaknya pada musim timur (Juni-Augustus), bertepatan dengan musim hujan. Sedimentasi berat yang semakin meningkat dari tahun ke tahun pada saat yang sama dengan waktu migrasi ikan umpan ke TAD menyebabkan ikan umpan menghindari TAD.

Bartambahnya penduduk di sepanjang Teluk Ambon yang tidak ramah terhadap lingkungan telah dengan mudah membuang segala macam jenis sampah ke Teluk Ambon sehingga menyebabkan kualitas lingkungan menjadi rendah. Hal tersebut terlihat jelas dari sifat optik perairan Teluk Ambon, seperti ditunjukkan dalam studi ini.

### KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari studi ini antara lain adalah Perairan Teluk Ambon, baik TAD maupun TAL memiliki sifat optik yang tergolong ke dalam Tipe II yakni perairan yang lebih didominasi oleh konsentrasi sedimen. Penurunan Indeks Vegetasi, akibat pembukaan lahan pada daerah atas merupakan faktor yang menyebabkan sifat optik perairan Teluk Ambon tergolong dalam perairan Tipe II. Dampak sedimentasi, seperti yang ditunjukkan oleh sifat optik di Teluk Ambon, adalah semakin mengecilnya persentase luasan karang hidup dan berkurangnya potensi ikan umpan di teluk ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- BARALE, V., 1986. Space and time variability of the surface ocean color field in the northern Ariatic Sea. *J. of Geophysical Res.* Vol. 91, (C11):12957-12974.

- GOWER, J.F.R and G.A. BOSTARD 1990. Mapping phytoplankton by solar-stimulated fluorescence using imaging spectrometer. *Int. J. Remote Sensing*, Vol.11 (2): 313-320.
- KIRK, J.T.O., 1983. *Light Photosynthesis in Aquatic Ecosystem*. Cambridge University Press. 401 pp.
- MAUL, G.A., 1985. *Introduction to Satellite Oceanography*, Martinus Nijhoff Publishers, 606 pp.
- HOLIGAN, P.M., T. AARUP and S.B. GROOM 1989. The northsea satelit atlas. *Continental Shelf Research*, Vol. 9, ( 8): 665-754.
- RICHARDS, J.A., 1986. *Remote Sensing Digital Analysis*. Spring-Verlag, Berlin, Germany, 281 pp.
- RITCHIE, J.C. and C.M. COOPER 1988. Comparison of measured suspended sediment concentration with suspended concentration estimated from Landsat MSS data. *Int. J. Remote Sensing*. Vol. 9 (3) : 379-387.
- SATHYENDRANATH, S and A. MOREL 1983. Light emerging from the sea : Interpretation and uses in remote sensing. In: Cracknell, A.P (ed) *Marine Science and Technology*, Reidel Publishing Company, pp. 323-357.
- STRICKLAND, J.D.H. and T.R. PARSON 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Fish. Res. Board of Canada*, no. 167, 309 pp.
- SUBAGIO, A., 1997. *Aplikasi Citra Satelit Landsat TM Untuk Melihat Luas dan Kerapatan Hutan Mangrove Segara Anakan, Cilacap*. Skripsi. Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor. (tidak dipublikasikan).
- TOPLISS, B.J., ALMOSS, S.L. and P.P. HILL 1990. Algorithms for remote sensing of high concentrations inorganic sediment. *Int. J. Remote Sensing*, Vol 11, (6) : 947-966.
- WOUTHUYZEN S., A. SUWARTANA and O.K. SUMADHIHARGA 1984. Studi tentang dinamika populasi ikan puri merah *Stelophorus heterolobus* (RUPPEL) dan hubungannya dengan perikanan ikan umpan di Teluk Ambon Bagian Dalam. *Oseanologi di Indonesia*, No.18, pp1-24.
- WOUTHUYZEN, S., K. GOTOH, S. IIZUKA and S. UNO 1991. Seasonal water transparency predicted from Landsat-5 TM and its relationship to eutrophication status of Omura Bay, Nagasaki Prefecture, Japan. *The 4<sup>th</sup> International Conference on Computing in Civil Building Engineering*. Pp 5-282.
- WOUTHUYZEN, S. 1991. *Analysis The Potential Utility of Remote Sensing Data Acquired From Earth Observation Satellites for Monitoring the Coastal Zone Environment*. Ph.D. Thesis of Graduate School of Marine Science and Engineering, Nagasaki University, 158 pp. (unpublished).