

## Status Kualitas Air Suaka Alam Perairan Kepulauan Raja Ampat Berdasarkan Parameter Fisika Air Laut

(Water Quality Status of Raja Ampat Island Natural Marine Reserve Based on the Seawater Physical Parameters)

Simon I. Patty<sup>1</sup>, Marendra Pandu Rizqi<sup>1</sup>, Rikardo Huwae<sup>1</sup>, Ferdimon Kainama<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

<sup>2</sup> Pusat Penelitian Laut Dalam, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

e-mail: [pattysimon@ymail.com](mailto:pattysimon@ymail.com)

### ABSTRACT

Observation of water quality in Raja Ampat Islands Natural Water Reserve (SAP Kepulauan Raja Ampat), was carried out in August-September 2019. This study aims to determine the water quality and the pollution's status based on the water physical parameters. Measurement of all parameters was conducted *in-situ* using the EXO-2 device, while the water clarity was measured with a sechi disk. The results of statistical analysis using the T-Test showed that the TDS content in the surface layer compared to the bottom was significantly different. Pollution index calculation results show that the waters of the Raja Ampat Islands are still in good condition (not polluted). Variations in temperature, salinity, brightness/clarity, turbidity, conductivity (DHL) and the dissolved solids values (TDS) are still adequate for the well-being of coral reefs and various marine biota inhabited the waters.

**Keywords:** Water quality, physical characteristics, Raja Ampat

### ABSTRAK

Pengamatan kualitas air di SAP Kepulauan Raja Ampat, telah dilaksanakan pada bulan Agustus-September 2019. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas perairan dan menentukan status pencemaran berdasarkan parameter fisika air laut. Pengukuran semua parameter dilakukan secara *in situ* (langsung di lapangan) dengan menggunakan alat EXO-2, kecuali kecerahan air laut diukur dengan cakram sechi (*sechi disk*). Hasil analisis statistik dengan menggunakan uji-t menunjukkan bahwa kandungan TDS di lapisan permukaan dengan dekat dasar adalah berbeda nyata. Hasil perhitungan indeks pencemaran menunjukkan perairan Kepulauan Raja Ampat masih dalam kondisi baik (tidak tercemar). Variasi nilai suhu, salinitas, kecerahan, kekeruhan, konduktivitas (DHL) dan jumlah zat padat terlarut (TDS) masih baik untuk kehidupan dan perkembangan terumbu karang serta berbagai biota laut yang hidup didalamnya.

**Kata kunci:** Kualitas air, karakteristik fisika, Raja Ampat

### PENDAHULUAN

Suaka Alam Perairan (SAP) Kepulauan Raja Ampat merupakan Kawasan Konservasi Perairan Nasional Perairan (Kepmen KP No 64 Tahun 2009), secara geografis terletak pada 0°14' 18"-0°25'29" LS dan 130°18'32"-130°10'29" BT. SAP Kepulauan Raja Ampat berada di sebelah barat pulau Waigeo, Papua Barat dan berhadapan langsung dengan Samudera Pasifik yang memungkinkan terjadinya proses pencampuran massa air yang akan menguntungkan dalam

pemanfaatan sumberdaya kelautan oleh masyarakat. Daerah ini sering digunakan nelayan setempat sebagai daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) dan kegiatan wisata. Hal ini dapat dimengerti karena perairan tersebut kondisinya subur dan merupakan konsentrasi berbagai jenis ikan dan biota laut lainnya dalam jumlah kelimpahan yang besar.

Suaka Alam Perairan (SAP) Kepulauan Raja Ampat memiliki ekosistem karang dengan nilai keanekaragaman hayati yang relatif tinggi (Supriyadi *et. al.*,

2017). Keterkaitan ekosistem karang dengan ekosistem lainnya (lamun dan mangrove) masih terjaga dengan baik dalam perairan yang dilindungi. Namun keberadaan ketiga ekosistem ini juga rentan terhadap perubahan lingkungan alam dan tekanan manusia. Seperti halnya pola aliran arus antar pulau yang dinamis, gelombang, proses pencampuran massa air, buangan bahan bakar dari armada transportasi laut, sampah dari penduduk sekitar serta berbagai limbah yang masuk ke perairan ini dapat mencemari lingkungan perairan. Setiap bahan pencemar yang masuk ke badan air di perairan Kepulauan Raja Ampat berpotensi menyebabkan penurunan kualitas perairan yang akan mengurangi fungsi biologis dan ekologis terhadap ekosistem yang ada.

Banyak daerah perairan, semula merupakan daerah perikanan yang subur kemudian menjadi tidak subur lagi, tidak saja disebabkan oleh adanya pencemaran, tetapi juga oleh adanya perubahan fisika perairan. Pengaruh eksternal dapat berasal dari laut lepas yang mengelilinginya antara lain arus, pasang surut, gelombang, suhu dan salinitas maupun pengaruh internal misalnya bentuk topografi dasar perairan. Perubahan komponen fisika tersebut selain menyebabkan menurunnya kualitas perairan juga menyebabkan bagian dasar perairan menurun dan dapat mempengaruhi kehidupan organisme yang hidup didalamnya, terutama pada struktur komunitasnya (Odum, 1971; Warwick, 1993). Oleh karena itu pengelolaan kualitas dan pengendalian pencemaran air laut perlu dilakukan untuk menjaga agar potensi wilayah ini tetap terjaga dan memberi manfaat bagi masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas perairan Kepulauan Raja Ampat dan menentukan status pencemaran berdasarkan parameter fisika air laut.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di perairan SAP Kepulauan Raja Ampat pada bulan Agustus-September 2019. Parameter kualitas air yang diamati antara lain: suhu, salinitas, kecerahan, kekeruhan,

konduktivitas (DHL) dan jumlah zat padat terlarut (TDS). Sampel air laut diambil dengan menggunakan tabung nansen sebanyak 9 stasiun pada lapisan permukaan dan dekat dasar (6,5-10 m). Penentuan posisi masing-masing stasiun penelitian dilakukan dengan menggunakan handportable GPS (*Geographical Positioning System*) dan disajikan dalam Gambar 1. Pengukuran semua parameter dilakukan secara *in situ* (langsung di lapangan) dengan menggunakan alat multi parameter Sonde EXO-2, kecuali kecerahan air laut diukur dengan cakram sechi (*sechi disk*), nilainya dinyatakan dalam meter. Sonde EXO-2 dapat merekam data secara kontinu dan datanya disimpan dalam loggernet. Setiap sensor pengukur parameter melalui metode deteksi elektrokimia, optik atau fisik. Untuk akuisisi data digunakan paket program aplikasi Loggernet (Versi 4.3).

Dari data hasil pengukuran dihitung Indeks Pencemaran (IP) selanjutnya dievaluasi secara deskriptif berdasarkan kriteria indeks pencemaran dengan membandingkan baku mutu kualitas air laut untuk biota laut menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004. Penentuan status pencemaran ditentukan dengan menggunakan Indeks Pencemaran menurut Nemerow and Sumitomo (1970) dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air sebagai berikut:

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}{2}}$$

Dimana :

$C_i$  = Konsentrasi parameter kualitas air hasil survei

$L_{ij}$  = Konsentrasi parameter kualitas air dalam baku mutu peruntukan (j)

$PI_j$  = Indeks pencemaran bagi peruntukan (j)

$(C_i/L_{ij})_M$  = Nilai  $C_i/L_{ij}$  Maksimum

$(C_i/L_{ij})_R$  = Nilai  $C_i/L_{ij}$  Rata-rata

Kriteria status mutu air laut berdasarkan nilai Indeks Pencemaran sebagai berikut :

1.  $0 \leq PI_j \leq 1,0$  : memenuhi baku mutu (kondisi baik)
2.  $1,0 \leq PI_j \leq 5,0$  : tercemar ringan
3.  $5,0 \leq PI_j \leq 10$  : tercemar sedang
4.  $PI_j \geq 10$  : tercemar berat



Gambar 1. Peta stasiun penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kualitas Air**

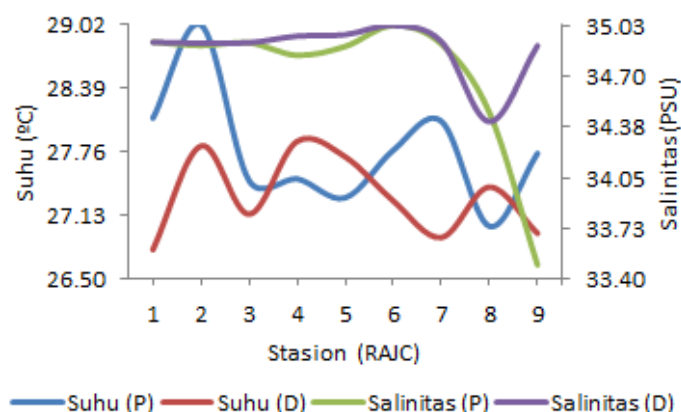
Hasil pengamatan kualitas air di perairan SAP Kepulauan Raja Ampat disajikan pada Tabel 1. Parameter suhu air laut mempunyai toleransi terhadap pertumbuhan karang batu serta kehidupan dan pertumbuhan biota. Suhu air lapisan permukaan berkisar antara 27,03-29,02 °C dengan nilai rata-rata 27,78±0,58 °C, sedangkan suhu air di dekat dasar berkisar antara 26,79-27,87 °C dengan nilai rata-rata 27,32±0,41 °C. Nilai suhu ini sesuai dengan kisaran suhu yang umum dijumpai di perairan laut Indonesia berkisar antara 27-32 °C (Nybakken, 1988). Rata-rata suhu air permukaan lebih tinggi dari dekat dasar, hal ini disebabkan karena penetrasi

cahaya matahari makin berkurang dengan bertambahnya kedalaman atau semakin mendekati dasar. Suhu air laut lapisan permukaan maupun dekat dasar dengan nilai terendah dijumpai di stasiun RAJC-08 dan RAJC-01, sedangkan suhu tertinggi dijumpai di stasiun RAJC-02 dan RAJC-04 (Gambar 2). Bervariasinya nilai suhu air yang terjadi, mengindikasikan bahwa nilai suhu di perairan ini dipengaruhi oleh faktor eksternal antara lain cuaca dan angin. Officer, 1976 mengemukakan bahwa kondisi suhu air di suatu perairan dipengaruhi terutama oleh kondisi atmosfer, cuaca dan intensitas matahari yang masuk ke laut. Selain itu sebaran suhu air juga dipengaruhi oleh faktor geografis dan dinamika arus (Pond & Pickard, 1978).

Tabel 1. Nilai baku mutu dan hasil statistik deskriptif parameter fisika air laut.

PARAMETER	Baku mutu*	Permukaan (0 m)			Dekat Dasar (6,5-10 m)		
		Min	Max	Rerata±STD	Min	Max	Rerata±STD
Suhu (°C)	28-30	27,03	29,02	27,78±0,58	26,79	27,87	27,32±0,41
Salinitas (‰)	33-34	33,49	35,03	34,71±0,48	34,41	35,03	34,88±0,18
Kecerahan (m)	>5	6,5 - tampak dasar (td)					
Kekeruhan (NTU)	<5	0,55	4,39	1,58±1,16	0,62	2,05	1,42±0,52
DHL ( μS/cm )	-	53787	55631	55086±592,97	52621	55431	54746±901,22
TDS (mg/l)	-	34070	34495	34379±141,33	34032	34652	34468±177,32

\* Baku mutu air laut untuk biota laut (Kepmen LH No 51 Tahun 2004)



Gambar 2. Suhu dan salinitas air laut permukaan dan dekat dasar.

Secara umum variasi nilai suhu air di perairan ini sesuai baku mutu air laut untuk biota laut. Untuk biota laut suhunya berkisar antara 28-32 °C dan diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan < 2 °C dari suhu alami (Kepmen LH No 51 Tahun 2004). Sedangkan untuk pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang, suhu yang ideal berkisar antara 25-28 °C dan 23-29 °C (Eliza, 1992). Sukarno dkk., (1981) menyatakan bahwa karang batu pembentuk terumbu karang memerlukan suhu air laut yang agak tinggi yaitu di atas 20-30 °C.

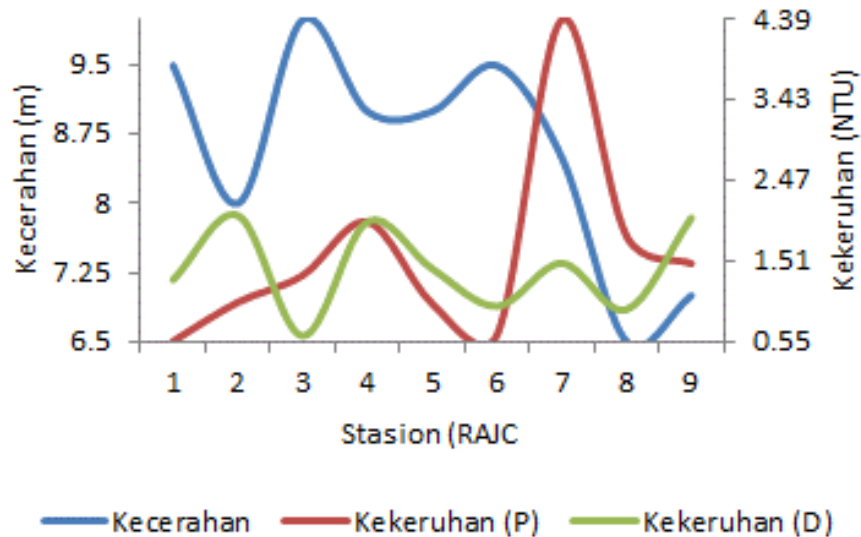
Nilai salinitas yang diperoleh di perairan ini cukup tinggi di atas batasan salinitas yang normal air pantai dan air campuran yaitu berkisar antara 32,0-34,0 ‰ (K. Romimohtarto dan S. S. Thayib, 1982). Salinitas lapisan permukaan berkisar antara 33,49-35,03 ‰ dengan nilai rata-rata  $34,71 \pm 0,48$  ‰, sedangkan salinitas di dekat dasar berkisar antara 34,41-35,03 ‰ dengan nilai rata-rata  $34,88 \pm 0,18$  ‰. Tingginya nilai ini disebabkan adanya pengaruh arus dan angin yang sangat kuat saat pengukuran. Menurut Banjarnahor (2000) bahwa tingginya nilai salinitas air laut dapat disebabkan oleh terjadinya pengacauan (*mixing*) akibat gelombang laut ataupun gerakan massa air yang ditimbulkan oleh tiupan angin. Salinitas lapisan permukaan maupun dekat dasar terendah dijumpai di stasiun RAJC-09 dan RAJC-08, sedangkan salinitas tertinggi dijumpai di stasiun RAJC-06 (Gambar 2). Dari Gambar

3 terlihat nilai salinitasnya tidak terlalu berbeda antar stasiun dan variasi nilai yang tidak terlalu besar, kecuali stasiun RAJC-09. Tinggi rendahnya nilai salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai (Nontji, 2002) Salinitas yang diperoleh di perairan ini masih baik untuk pertumbuhan dan perkembangan karang. Karang batu dapat hidup dan berkembang dalam batas salinitas tertentu yaitu antara 25-40 ‰ (Smith dalam Sukarno dkk., 1981; Eliza, 1992). Demikian pula Nontji dalam Sudiarta (1995) menyatakan bahwa hewan karang mempunyai toleransi salinitas berkisar 27-40 ‰. Nilai salinitas ini juga masih baik untuk kehidupan organisme laut lainnya. Kepmen LH No 51 Tahun 2004 menetapkan salinitas sebesar 33-34 ‰ salinitas alami untuk terumbu karang dan diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan < 5% salinitas rata-rata musiman.

Tingkat kecerahan air laut sangat menentukan tingkat fotosintesis tumbuhan laut yang ada di perairan. Hasil pengukuran kecerahan air menunjukkan nilai 100 % atau tampak dasar dijumpai pada hampir di semua stasiun kecuali stasiun RAJC-08 yaitu 6,5 m. Rendahnya kecerahan air di stasiun tersebut disebabkan adanya arus disertai angin saat pengukuran sehingga sulitnya penetrasi cahaya yang masuk ke perairan. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kecerahan air juga sangat tergantung pada keadaan cuaca dan waktu pengukuran. Sebagaimana yang

diungkapkan oleh Mechta, 1989 bahwa kecerahan sangat dipengaruhi oleh intensitas penyinaran matahari, proses absorpsi dan kandungan materi suspensi. Berkurangnya kecerahan air akan mengurangi kemampuan fotosintesis

tumbuhan air, selain itu dapat pula mempengaruhi kegiatan fisiologi biota (Effendi, 2003). Nilai kecerahan air perairan ini di atas baku mutu air yaitu > 5 meter (Kepmen LH No 51 Tahun 2004).



Gambar 3. Kecerahan dan Kekeruhan air permukaan dan dekat dasar

Kekeruhan merupakan sifat fisik air yang menyebabkan air tidak produktif, karena menghalangi masuknya sinar matahari untuk fotosintesa. Kekeruhan air pada lapisan permukaan berkisar antara 0,55-4,39 NTU dengan rata-rata  $1,58 \pm 1,16$  NTU dan dekat dasar antara 0,62-2,05 NTU dengan rata-rata  $1,42 \pm 0,52$  NTU. Kekeruhan air laut lapisan permukaan maupun dekat dasar terendah dijumpai di stasiun RAJC-01 dan RAJC-03, sedangkan kekeruhan air tertinggi dijumpai di stasiun RAJC-07 dan RAJC-02 (Gambar 3). Tingginya kekeruhan pada stasiun RAJC-07 diduga disebabkan air lapisan permukaan banyak mengandung partikel tersuspensi. Kekeruhan air dapat terjadi akibat adanya bahan-bahan koloid dan tersuspensi seperti lumpur, bahan organik dan anorganik dan mikroorganisme perairan (Wilson, 2010). Kekeruhan air laut di perairan ini tidak melebihi baku mutu air laut untuk biota laut yaitu <5 NTU (Kepmen LH No 51 Tahun 2004).

Air laut memiliki nilai konduktivitas (daya hantar listrik/DHL) yang lebih tinggi

karena kandungan garam terlarut yang tinggi sehingga mengandung lebih banyak ion di dalam air laut yang membuat tingginya nilai DHL pada air laut (Effendi, 2003). Nilai DHL lapisan permukaan berkisar antara 53787-55631  $\mu\text{S/cm}$  dengan nilai rata-rata  $55086 \pm 592,97$   $\mu\text{S/cm}$  dan dekat dasar berkisar antara 52621-55431  $\mu\text{S/cm}$ , dengan nilai rata-rata  $54746 \pm 901,22$   $\mu\text{S/cm}$ . Nilai-nilai ini sesuai dengan DHL air laut umumnya yaitu 45000-55000  $\mu\text{S/cm}$  (Davis and Wiest, 1966). Konsentrasi DHL lapisan permukaan maupun dekat dasar terendah dijumpai di stasiun RAJC-09 dan RAJC-07, sedangkan DHL tertinggi dijumpai di stasiun RAJC-06 (Gambar 4).

### Indeks Pencemaran (IP)

Suatu perairan dikatakan tercemar apabila tidak dapat digunakan sesuai dengan peruntukaannya secara normal. Hasil perhitungan indeks pencemaran (IP) dari masing-masing stasiun, disajikan pada Tabel 3. Dari tabel tersebut terlihat semua stasiun pengamatan dalam keadaan tidak

tercemar karena tidak ada parameter yang melampaui baku mutu dengan indeks pencemaran 0,19-0,61. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 menetapkan status mutu air laut berdasarkan nilai indeks pencemaran

menunjukkan memenuhi baku mutu (kondisi baik) adalah  $0 \leq PI_j \leq 1,0$ . Dengan demikian dikatakan bahwa status mutu perairan SAP Kepulauan Raja Ampat dalam kondisi baik

Tabel 2. Analisis uji-t terhadap parameter fisika air laut.

Parameter	Sig. (2-tailed)	t-hit	df	t-tab	
				5%	1%
Suhu permukaan-dekat dasar	0,088	1,945	8	2,306	3,355
Salinitas permukaan-dekat dasar	0,294	1,123	8	2,306	3,355
Kekeruhan permukaan-dekat dasar	0,702	0,397	8	2,306	3,355
DHL permukaan-dekat dasar	0,323	1,052	8	2,306	3,355
TDS permukaan-dekat dasar	0,014	3,140*	8	2,306	3,355

Keterangan: \* berbeda nyata

Tabel 3. Nilai indeks pencemaran air laut di perairan SAP Kepulauan Raja Ampat.

St.	Permukaan (0 m)				Dekat Dasar (6,5-10 m)			
	Ci/Lij Max	Ci/Lij Rerata	PIj	Status	Ci/Lij Max	Ci/Lij Rerata	PIj	Status
1	0.00	-0.68	0.48	Kondisi baik	0.00	-0.31	0.22	Kondisi baik
2	0.02	-0.53	0.38	Kondisi baik	0.00	-0.62	0.44	Kondisi baik
3	0.00	-0.67	0.47	Kondisi baik	0.00	-0.72	0.51	Kondisi baik
4	0.00	-0.65	0.46	Kondisi baik	0.00	-0.61	0.43	Kondisi baik
5	0.00	-0.70	0.49	Kondisi baik	0.00	-0.65	0.46	Kondisi baik
6	0.00	-0.68	0.48	Kondisi baik	0.00	-0.68	0.48	Kondisi baik
7	0.08	-0.49	0.35	Kondisi baik	0.00	-0.68	0.48	Kondisi baik
8	0.00	-0.79	0.56	Kondisi baik	0.00	-0.86	0.61	Kondisi baik
9	0.00	-0.27	0.19	Kondisi baik	0.00	-0.66	0.46	Kondisi baik

## KESIMPULAN

Perairan SAP Kepulauan Raja Ampat masih baik untuk kehidupan biota laut. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa variasi nilai suhu, salinitas, kecerahan, kekeruhan, konduktivitas (DHL) dan jumlah padatan terlarut (TDS) masih dalam kondisi normal untuk kategori perairan pantai. Agar tidak terjadi perubahan kualitas perairan ke arah yang tidak kita inginkan, maka diharapkan dapat dilakukan penelitian yang berkesinambungan di perairan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Banjarnahor, J., 2000. *Atlas Ekosistem Pesisir Tanah Grogot, Kalimantan Timur*. Puslitbang Oseanologi – LIPI Jakarta, hal. 17.
- Davis, S. N. dan Wiest, R. J. M. D. 1966. *Hydrogeology*. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Edward dan Z. Tarigan, 2003. Pemantauan kondisi hidrologi diperairan Raha P. Muna, Sulawesi Tenggara Dalam Kaitannya Dengan Kondisi Terumbu Karang. *Makara, Sains*, Vol. 7 (2): 73-82.
- Effendi, H. 2003. Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Cetakan kelima. Yogyakarta: Kanisius.
- Eliza, 1992. Dampak Pariwisata terhadap pertumbuhan terumbu karang. *Lingkungan dan Pembangunan*. Vol. 12(3): 150-170.
- Mechta, J., 1989. On estuarine cohesive sediment suspension behavior. *Jour. of Geophysical Research*. Vol. 94.C10:303-314.
- Menteri Negara LH, 2003. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 Tentang

- Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Jakarta, hal. 11.
- Menteri Negara LH, 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut. Jakarta, hal. 32.
- Menteri Negara KP, 2009. Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia No. Kep.64/Men/2009 Tentang Penetapan Kawasan Konservasi Perairan Nasional Kepulauan Raja Ampat dan Laut di sekitarnya di Provinsi Papua Barat. Jakarta.
- Nemerow, N. L. and Sumitomo, H., 1970. *Benefits of Water Quality Enhancement*. Report No. 16110 DAJ. prepared for the U.S. Environmental Protection Agency. December 1970. Syracuse University, New York.
- Nybakken, W.J., 1988. Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis. Gramedia, Jakarta: 459 hal.
- Nontji, A., 2002. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta: 59-67.
- Odum, E.P., 1971. *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders Company. Philadelphia: 125 pp.
- Officer, C.B., 1976. *Physical Oceanography of Estuaries and Associated Coastal Waters*. John Wiley and Sons. New York: 465 pp.
- Pond and Pickard, 1978. *Introductory Dynamical Oceanography*. Pergamon Press. Pub. Hedington Hill Hall, Oxford: 486 pp.
- Romimohtarto, K dan Thayib, S.S., 1982. Kondisi Lingkungan dan Laut di Indonesia, LON-LIPI, Jakarta: 246 hal.
- Sudiarta, I. K. 1995. Struktur Komunitas Biota Ekosistem Terumbu Karang dan Pemintakatan Kawasan Wisata Bahari Pulau Lembongan, Bali. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. 215 hal.
- Sukarno, M., M. Hutomo, M. K. Moosa dan P. Darsono 1981. *Terumbu Karang di Indonesia. Sumberdaya, Permasalahan dan Pengelolaannya*. Proyek Penelitian Potensi Sumberdaya Alam di Indonesia. Lembaga Oseanologi Nasional. LIPI, Jakarta. 112 hal.
- Supriyadi, I.H., Cappenberg, H.A., Souhoka, J., Makatipu, P.Ch. dan M. Hafizt, 2017. Kondisi terumbu karang, lamun dan mangrove di Suaka Alam Perairan Kabupaten Raja Ampat, Provinsi Papua Barat. *Jurnal Penelitiann Perikanan Indonesia*. Vol. 23(4):241-252.
- Warwick, R.M. and K.R. Clarke. 1994. Relearning the ABC : taxonomic changes and abundance/ biomass relationships in disturbed benthic communities. *Marine Biology* 118 : 739-744.
- Wilson, P.C., 2010. *Water Quality Notes: Water Clarity (Turbidity, Suspended Solids, and Color)*. Department of Soil and Water Science. University of Florida.