



Variasi musiman oksigen terlarut di perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara

Seasonal variations of dissolved oxygen in Lembeh Strait waters, North Sulawesi

Simon I. Patty¹, Rikardo Huwae*, Mochtar Djabar*, Nebuchadnezzar Akbar²

¹*Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI

²Program Studi Ilmu Kelautan, FPIK. Universitas Khairun. Ternate

e-mail: pattysimon@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian mengenai variasi musiman oksigen terlarut di perairan Selat Lembeh, dilaksanakan pada bulan Maret 2016 sampai dengan Februari 2017. Pengukuran kadar oksigen terlarut menggunakan sonde pengukuran kualitas air multiparameter (EXO², YSI inc.). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh musim terhadap kadar oksigen terlarut perairan. Hasil analisis statistik dengan menggunakan analisa sidik ragam dan uji Tuckey menunjukkan bahwa musim yang paling berpengaruh terhadap oksigen terlarut adalah Musim Peralihan-I pada tingkat kepercayaan 5%. Nilai *Apparent Oxygen Utilization* (AOU) di Musim Peralihan-I, Musim Timur dan Musim Peralihan-II semuanya positif, sedangkan di Musim Barat nilai AOUnegatif dan positif berimbang antara (-0,11) - 0,39 mg/l. Nilai AOU positif menunjukkan banyaknya jumlah oksigen yang tersedia. Konsentrasi oksigen terlarut di perairan Selat Lembeh masih normal dan belum menunjukkan dampak negatif terhadap lingkungan perairan.

Kata Kunci: Variasi musim, oksigen terlarut, *Apparent Oxygen Utilization* (AOU), Selat Lembeh

ABSTRACT

The observation of Dissolved Oxygen's (DO) seasonal variations in Lembeh Strait waters were carried out in March 2016 to February 2017. DO value was measured using a multiparameter water quality sonde (EXO², YSI inc.). The purpose of this study was to determine the seasonal effect on dissolved oxygen in Lembeh Strait waters. The results of the statistical analysis using ANOVA and Tuckey's test showed that the 1st transitional season had the most influence on dissolved oxygen at 5% confidence level. All of the values of Apparent Oxygen Utilization (AOU) in Transitional Season-I, Eastern monsoon and 2nd Transitional Season were all positive, while in Western monsoon, the negative and positive AOU values were balanced between (-0.11) - 0.39 mg/l. A positive AOU value indicates the amount of oxygen available. The DO concentration in Lembeh Strait waters are considered normal and has not shown a negative impact on the aquatic environment.

Keywords: Seasonal variation, dissolved oxygen, *Apparent Oxygen Utilization* (AOU), Lembeh Strait.

I. Pendahuluan



Selat Lembeh merupakan wilayah perairan sempit dan memanjang, yang memisahkan daratan utama Pulau Sulawesi dengan Pulau Lembeh, secara geografi berada diantara laut Maluku dan laut Sulawesi. Sebagai bagian dari laut Maluku dan laut Sulawesi maka kondisi perairan Selat Lembeh sangat dipengaruhi oleh massa air dari laut Maluku dan massa air dari laut Sulawesi maupun lingkungan sekitarnya. Wyrski dalam Birowo & Ilahude, 1987 mengemukakan bahwa kondisi oseanografi di laut Maluku dan laut Sulawesi sangat dipengaruhi oleh faktor musim dan faktor daratan. Faktor lain juga yang mempengaruhi kondisi perairan laut adalah bentuk topografi dasar perairan. Musim menjadi faktor dominan untuk penelitian oseanografi di wilayah perairan Indonesia, karena berpengaruh nyata terhadap distribusi setiap parameter.

Perubahan musim dapat mengakibatkan perubahan sifat fisika maupun sifat kimia massa air laut. Kondisi semacam ini terjadi karena meningkatnya bahan-bahan organik di laut terutama pada musim hujan dan dalam proses degradasinya akan menurunkan kualitas perairan. Salah satu parameter kimia oseanografi yang dapat menunjukkan hal ini adalah oksigen terlarut. Oksigen terlarut dapat dijadikan petunjuk untuk kegiatan hidup yang terjadi dalam suatu perairan, misalnya masuknya zat organik yang mudah terurai dalam suatu perairan dapat menurunkan kadar oksigen terlarut yang menyolok. Oksigen dalam air dimanfaatkan oleh organisme perairan untuk proses respirasi dan menguraikan zat organik menjadi an-organik.. Banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk proses respirasi dan penguraian zat-zat organik oleh mikroorganisme dinyatakan dengan *Apparent Oxygen Utilization* (AOU). Dalam suatu perairan yang masih alami nilai AOU umumnya positif, namun untuk perairan yang banyak mengandung zat-zat organik, nilai AOU menjadi negatif yang berarti jumlah oksigen yang dibutuhkan lebih banyak dibandingkan dengan jumlah oksigen yang tersedia (Simanjuntak, 2007).

Oksigen merupakan unsur penting bagi kehidupan di laut, yang bersumber dari difusi udara dan sangat tergantung dari tekanan atmosfer maupun dari hasil fotosintesis organisme berklorofil yang hidup dalam suatu perairan. Namun proses ini sangat tergantung dari sederetan faktor yang mempengaruhinya, seperti kecerahan air laut dan tingkat kesuburan atau kandungan kepadatan populasi fitoplankton dan flora laut lainnya. Selain itu, kenaikan suhu, salinitas, pergerakan air permukaan dan pencampuran massa air yang berbeda dapat pula mempengaruhi kelarutan oksigen terlarut (Alekin dalam Sapulete & Birowo, 1990). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh musim terhadap kadar oksigen terlarut di perairan Selat Lembeh.

II. Metode penelitian

II.1. Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan di perairan Selat Lembeh. Pengamatan kadar oksigen terlarut dilakukan dalam kurung waktu satu tahun mulai dari bulan Maret 2016 sampai Februari 2017, mewakili empat musim yaitu Musim Peralihan-I, Musim Timur, Musim Peralihan-II dan Musim Barat.

II.2. Pengambilan data perairan

Kadar oksigen terlarut diukur dengan menggunakan alat multi parameter Sonde EXO-2. Sonde EXO-2 dipasang pada satu unit *ecobuoy* yang terdiri dari beberapa komponen seperti pelampung, *beacon*, *solar panel*, *logernet*, *baterey cabin*, GPS, antena dan kabel *power* (Gambar 1). Alat ini dapat merekam data secara kontinu dan datanya disimpan dalam loggernet. Setiap sensor pengukur parameter melalui metode deteksi elektrokimia, optik atau fisik.



Gambar 1. Peta lokasi dan alat penelitian

Akuisisi data digunakan paket program aplikasi Loggernet (Versi 4.3), serta analisa statistik dengan menggunakan SPSS 16. Nilai kelarutan oksigen, derajat kejenuhan dan AOU (*Apparent Oxygen Utilization*) dihitung berdasarkan pendekatan empiris (Alekin *dalam* Sapulete & Birowo, 1990) dengan menggunakan data suhu air dan salinitas (Tabel 1) yang terukur:

$$O_2 \text{ (mg/l)} = 14.161 - 0.3943 t + 0.00714 t^2 - 0.0000646 t^3 - S(0.0841 - 0.00256 t + 0.0000374 t^2)$$

Keterangan: t = suhu (°C), S = salinitas (‰)

Tabel 1. Hasil statistik deskriptif suhuair dan salinitas di perairan Selat Lembeh.

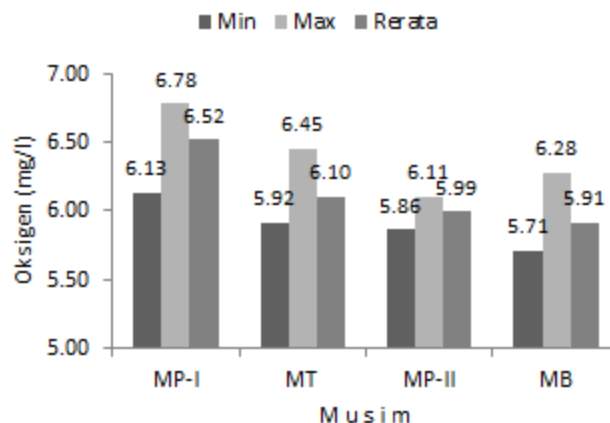
Musim	Suhu (°C)			Salinitas (‰)		
	Min	Max	Rerata	Min	Max	Rerata
Peralihan-I	28,39	30,01	29,19	33,98	34,69	34,38
Timur	27,67	29,21	28,47	33,91	35,13	34,70
Peralihan-II	28,35	29,56	29,07	35,00	35,44	35,19
Barat	27,64	28,41	27,99	33,13	34,64	34,29

Derajat kejenuhan oksigen dihitung dari perbandingan kadar oksigen terukur dengan nilai kelarutannya dan dinyatakan dalam (%). Jumlah pemakaian dan produksi oksigen dapat diperkirakan dalam bentuk AOU yang merupakan selisih antara kadar oksigen terukur dengan nilai kelarutan oksigen.

III. Hasil dan pembahasan

III.1. Oksigen terlarut

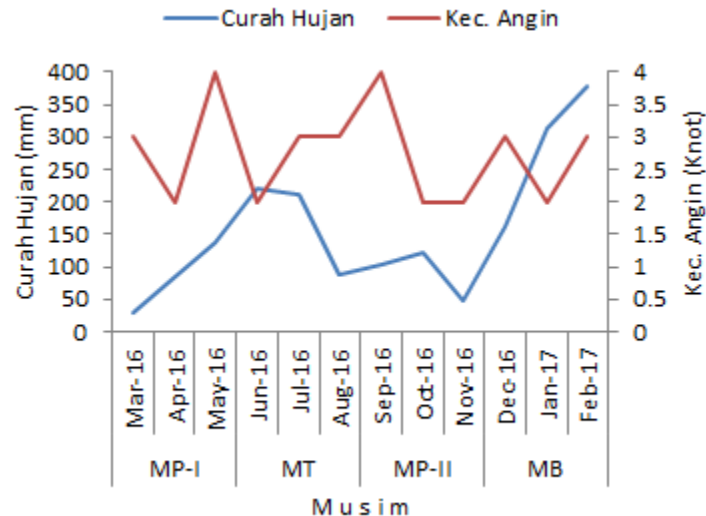
Hasil pengamatan oksigen terlarut di perairan Selat Lembeh disajikan dalam Gambar 2. Rata-rata kadar oksigen tertinggi ditemukan di Musim Peralihan-I yaitu 6.52 mg/l; Musim Timur 6.10 mg/l; Musim Peralihan-II 5,99 mg/l dan terendah ditemukan di Musim Barat 5.91 mg/l. Rendahnya oksigen terlarut di Musim Barat erat kaitannya dengan curah hujan. Musim Barat mempunyai nilai curah hujan cukup tinggi bila dibandingkan dengan tiga musim lainnya (Gambar 3). Tingginya curah hujan di musim ini akan menyebabkan perairan laut menjadi keruh akibat keberadaan sampah ataupun limbah organik yang berasal dari darat. Keberadaan sampah di perairan pada gilirannya banyak membutuhkan oksigen untuk penguraiannya. Kadar oksigen di perairan ini akan semakin rendah kadarnya seiring dengan semakin tingginya kekeruhan air dan mungkin disebabkan semakin meningkatnya aktivitas mikro-organisme untuk menguraikan zat organik menjadi zat anorganik yang menggunakan oksigen terlarut. Kadar oksigen terlarut akan menurun akibat proses pembusukan bahan organik, respirasi, dan reaerasi terhambat (Klein dalam Andriani, 1999).



Gambar 2. Kosentrasi oksigen terlarut (mg/l) di perairan Selat Lembeh.

Tingginya kadar oksigen terlarut pada Musim Peralihan-I mungkin disebabkan terjadinya proses fotosintesis pada musim tersebut meningkat akibat besarnya jumlah klorofil dan lancarnya proses difusi dari atmosfer. Selain itu, diduga angin disertai arus permukaan yang kencang pada saat itu menyebabkan meningkatnya kadar oksigen di perairan ini. Sebagaimana diungkapkan oleh Raymond (1963) bahwa pergerakan arus air laut merupakan salah satu faktor yang dapat meningkatkan kadar oksigen terlarut. Menurut Reid, 1961; Welch, 1980 dalam

Simanjuntak, 2007 bahwa kadar oksigen dalam suatu perairan sangat dipengaruhi oleh meningkatnya bahan-bahan organik yang masuk ke perairan disamping faktor-faktor lainnya yaitu kenaikan suhu, salinitas, respirasi, adanya lapisan di atas permukaan air, senyawa yang mudah teroksidasi dan tekanan atmosfer.



Gambar 3. Rata-rata curah hujan dan kecepatan angin di Bitung dan sekitarnya (dikutip dari BMKG, Maritim Bitung).

Berbedanya kadar oksigen terlarut di perairan Selat Lembeh ini diduga karena faktor perbedaan waktu (musim) pada saat pengukuran, seperti tercermin dari hasil sidik ragam (Tabel 2). Musim menyebabkan variasi oksigen terlarut berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 1 % dengan pengaruh yang cukup besar seperti terlihat pada nilai $F_{hitung}=8.522$ dan nilai F_{tabel} 1% (4,44). Hal ini dikarenakan perairan Selat Lembeh berhubungan langsung dengan laut Maluku dan laut Sulawesi yang dipengaruhi oleh arus musim yang berbeda, sehingga perubahan musim yang terjadi akan sangat berpengaruh terhadap konsentrasi oksigen terlarut. Sedangkan untuk kadar oksigen mingguan tidak menunjukkan adanya pengaruh, hal ini berarti bahwa kadar oksigen perairan pada tiap minggu relatif homogen dan tidak jelas perbedaannya ($F_{hitung}=0,502 < F_{tabel}$ 5%).

Tabel 2. Analisa sidik ragam oksigen terlarut

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Musim	3	2,310	0,770	8,522*	2,89	4,44
Minggu	11	0,498	0,045	0,502	2,09	2,84
Galat	33	2,981	0,090			
Total	47	5,789	0,905			

* Nyata pada tingkat kepercayaan 1 %



Untuk mempelajari musim-musim mana yang paling berpengaruh terhadap kadar oksigen di perairan Selat Lembeh, maka dilakukan uji Tuckey atau uji beda nyata jujur (BNJ). Hasil pengujian menunjukkan bahwa musim yang paling berpengaruh terhadap oksigen adalah Musim Peralihan-I (Maret, April, Mei) pada tingkat kepercayaan 5% (Tabel 3). Hal ini tidak mengherankan karena selain curah hujan rendah dancuacanya baik di musim ini menyebabkan proses fotosintesis berjalan lancar sehingga menghasilkan oksigen yang banyak.

Tabel 3. Uji Tuckey (BNJ) nilai rata-rata oksigen terlarut

MUSIM	X	X-6,10	X-5,99	X-5,91
Peralihan-I	6,52	0,42	0,53	0,61*
Peralihan-II	6,10	0,11	0,03	
Timur	5,99	0,08		
Barat	5,91			

Keterangan : w 5% = 0,57; 1% = 0,71; KK = 6 %

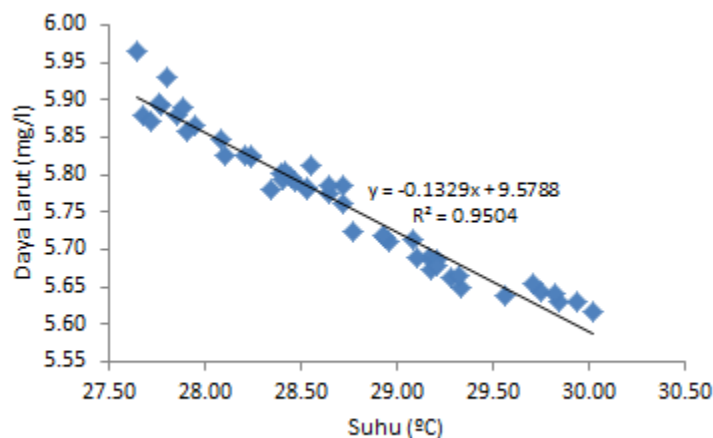
* Nyata pada tingkat kepercayaan 5%

Kadar oksigen terlarut di perairan Selat Lembeh berkisar antara 5.71-6.78 mg/l, masih dalam kisaran perairan laut yang normal yaitu 5.7-8.5 mg/l (Sutamihardja (1987). Variasi nilai ini relatif lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar oksigen terlarut di perairan Sulawesi Utara umumnya yaitu 5,59-6,37 mg/l (Simanjuntak, 2006). Secara umum, kadar oksigen di perairan ini termasuk pada kriteria tidak tercemar yaitu > 5 mg/l (Sutamihardja, 1987) dan sesuai dengan baku mutu air laut untuk biota laut, yaitu ≥ 5 mg/l (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup, KLH, 2004).

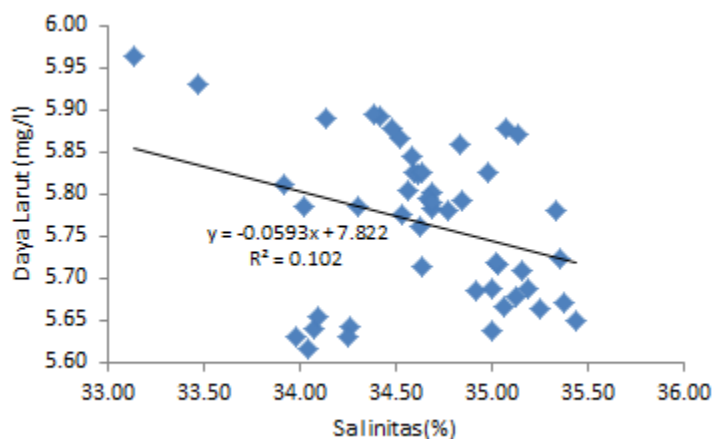
III.2. Daya larut oksigen, derajat kejenuhan dan AOU

Daya larut oksigen dalam hubungannya dengan suhu dan salinitas telah diteliti oleh para pakar oseanografi sehingga beberapa pendekatan empiris telah dapat dipergunakan untuk menghitung daya larut oksigen dalam laut. Satu hal yang menarik dalam penelitian ini adalah ditemukan korelasi negatif antara daya larut oksigen dengan suhu, dimana keduanya mempunyai nilai korelasi 0.9504 (Gambar 4). Gambar tersebut memperlihatkan semakin rendah suhu, maka nilai daya larut akan semakin tinggi, namun sebaliknya jika suhu tinggi, nilai daya larut akan rendah. Kondisi yang sama pula di jumpai di perairan Selat Lombok (Hamzah dan Trenggono, 2014) dan di perairan Waigeo Barat, Raja Ampat (Patty dkk., 2019), dimana nilai suhu semakin rendah, maka nilai daya larut akan semakin tinggi atau sebaliknya. Hal ini merupakan keadaan laut yang umumnya, dimana kadar oksigen dalam air laut akan bertambah dengan semakin rendahnya suhu dan berkurang dengan semakin tingginya salinitas (Odum, 1971). Pada Gambar 5, terlihat bahwa hubungan antara daya larut oksigen dengan salinitas tidak begitu jelas atau sangat lemah, nilai korelasi hanya 0.102. Hal ini disebabkan variasi nilai salinitas relatif stabil bila dibandingkan dengan nilai suhu air antar musim. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa tingkat kelarutan oksigen di perairan ini sangat berhubungan erat dengan nilai suhu air dibandingkan dengan nilai salinitas.

Hasil perhitungan daya larut berdasarkan pendekatan empiris Alekin memberikan gambaran mengenai tingkat kejenuhan. Tingkat kejenuhan tertinggi lapisan permukaan 117.56 % ditemukan di Musim Peralihan-I dan terendah ditemukan di Musim Barat yaitu 98.07 %. Rata-rata tingkat kejenuhan oksigen terlarut permukaan di atas 100 %, mengindikasikan bahwa proses fotosintesis yang berjalan cukup lancar. Proses fotosintesis yang berjalan lancar akan menghasilkan oksigen yang banyak sehingga tingkat kesuburan perairan bertambah (Wyrcki, 1961).



Gambar 4. Hubungan antara daya larut oksigen dengan suhu



Gambar 5. Hubungan antara daya larut oksigen dengan salinitas



Tabel 4. Daya larut, tingkat kejenuhan dan AOU di perairan Selat Lembeh.

Musim	Daya Larut (mg/l)			Kejenuhan (%)			AOU (mg/l)		
	Min	Max	Rerata	Min	Max	Rerata	Min	Max	Rerata
Peralihan-I	5,62	5,80	5.71	108.88	117.56	114.14	0.50	0.99	0.81
Timur	5,69	5,88	5.79	101.58	111.04	105.36	0.09	0.64	0.31
Peralihan-II	5,64	5,78	5.69	103.06	108.09	105.33	0.17	0.46	0.30
Barat	5,80	5,96	5.87	98.07	106.57	100.69	-0.11	0.39	0.04

Oksigen yang dimanfaatkan saat massa air berada di lapisan permukaan laut terutama untuk proses respirasi dan penguraian zat-zat organik oleh mikroorganisme, dikenal dengan AOU (*Apparent Oxygen Utilization*). Nilai AOU di Musim Peralihan-I, Musim Timur dan Musim Peralihan-II semuanya positif, masing-masing berkisar antara 0,50-0,99 mg/l; 0,09-0,64 mg/l dan 0,17-0,46 mg/l. sedangkan di Musim Barat nilai AOU negatif dan positif berimbang antara (-0,11)-0,39 mg/l (Tabel 4). Hal yang menarik ditemukan pada Musim Barat yang mempunyai nilai AOU lapisan permukaan negatif. Nilai AOU di lapisan permukaan kadang menunjukkan nilai yang negatif dan menandakan oksigen yang dibutuhkan lebih banyak daripada oksigen yang tersedia. Nilai AOU negatif pada Musim Barat menggambarkan banyaknya kadar oksigen dikonsumsi oleh biota yang hidup di lapisan permukaan karena proses metabolisme berlangsung cukup aktif (Simanjuntak, 2007). Sedangkan musim yang lainnya nilai AOU positif menggambarkan proses fotosintesis berjalan cukup lancar dibandingkan dengan proses respirasi yang membutuhkan oksigen. Rata-rata nilai AOU positif menunjukkan banyaknya jumlah oksigen yang tersedia di perairan Selat Lembeh.

IV. Kesimpulan

Konsentrasi kadar oksigen terlarut di perairan Selat Lembeh bervariasi antar musim, kadar oksigen tertinggi ditemukan pada Musim Peralihan-I dan kadar oksigen terendah ditemukan pada Musim Barat. Nilai AOU negatif yang terjadi pada Musim Barat menunjukkan proses metabolisme berlangsung cukup aktif. Nilai rata-rata AOU per musim semuanya positif (100 %) menggambarkan banyaknya jumlah oksigen yang tersedia dari oksigen yang dibutuhkan. Nilai AOU yang diperoleh menunjukkan produksi oksigen berjalan lancar.

Daftar Pustaka

- Andriani, E. D., 1999. Kondisi Fisika-Kimiawi Air Perairan Pantai Sekitar Tambak Balai Budidaya Air Payau (BBAP) Jepara, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Birowo, S. & Ilahude A. G. 1987. Oceanographic features of the Indonesian waters. Center for Oceanological Research and Development-LIPI. Jakarta
- Hamzah, F. dan Trenggono, M., 2014. Oksigen terlarut di Selat Lombok. *Jurnal Kelautan Nasional*: 9(1),21-35.



- Menteri Negara KLH., 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut. Jakarta,hal. 32.
- Odum, E.P., 1971. *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders Company. Philadelphia: 125 pp.
- Patty, S.I., Ibrahim, P.S dan F.Y. Yalindua, 2019. Oksigen terlarut dan Apparent Oxygen Utilization di Perairan Waigeo Barat, Raja Ampat. *Jour. Technopreneur*: 7(2),52-57.
- Raymont, J.E.G., 1963. *Plankton and Productivity in the Oceans*. Pergamon Press, Oxford: 600 pp.
- Reid, G.K., 1961. *Ecology of Inland Waters and Estuaries*. Reynold Publishing Co., New York.
- Sapulete, D dan S. Birowo, 1990. Kandungan oksigen di Teluk Ambon. *Dalam*: “Perairan Maluku dan sekitarnya”. (D. P. Praseno, W. S. Atmaja, I. Supangat, Ruyitno dan B. S. Sudibjo, eds). Balitbang Sumberdaya Laut P3O-LIPI, Ambon : 199 – 204.
- Simanjuntak, M 2006. Kondisi oksigen terlarut dan Apparent Oxygen Utilization di Kawasan Pengelolaan dan Pengembangan Laut (Kappel) Jawa. Seminar Nasional Kimia dan Kongres Nasional Himpunan Kimia Indonesia. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Jl. Jenderal Gatot Subroto No. 10, Jakarta Selatan, 13 hal.
- Simanjuntak, M., 2007. Oksigen terlarut dan Apparent Oxygen Utilization di Perairan Teluk Klabat, Pulau Bangka. *Jour. Mar. Sci. Ilmu Kelautan*. Univ. Diponegoro 12(2),59-66
- Sutamiharja, R.T.M., 1987. *Kualitas dan Pencemaran Lingkungan*. Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor: 92 hal.
- Wyrski, K., 1961. *Physical oceanography of the Southeast Asian Waters*. *Naga Report 2*, University of California: 1-195.