

OKSIGEN TERLARUT DAN *APPARENT OXYGEN UTILIZATION* DI PERAIRAN WAIGEO BARAT, RAJA AMPAT

Simon I. Patty¹⁾, Putri Sapira Ibrahim²⁾, Fione Yukita Yalindua³⁾

^{1,2,3}Loka Konservasi Biota Laut, LIPI

e-mail: pattysimon@gmail.com¹⁾

ABSTRAK

Pengamatan kadar oksigen terlarut telah dilaksanakan di perairan Waigeo Barat, Raja Ampat, Papua Barat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi oksigen terlarut dan *Apparent Oxygen Utilization* (AOU). Hasil analisa menunjukkan bahwa kadar oksigen terlarut di lapisan permukaan, 5 meter dan dekat dasar masing-masing berkisar antara 5.90-8.48 mg/l; 6.06-8.04 mg/l dan 6.12-7.98 mg/l. Berdasarkan nilai suhu dan salinitas yang diperoleh dari penelitian ini telah dihitung daya larut, derajat kejenuhan oksigen dan nilai AOU. Di lapisan permukaan nilai AOU berkisar antara (-0.01)-2.77 mg/l, di kedalaman 5 meter dan dekat dasar nilai AOU positif masing-masing berkisar antara 0.10-2.06 mg/l dan (0.16)-1.99 mg/l. Konsentrasi oksigen terlarut di perairan Waigeo Barat, Raja Ampat, belum menunjukkan dampak negatif terhadap lingkungan perairan dan masih sesuai dengan baku mutu air laut untuk biota laut.

Kata kunci: Oksigen terlarut, AOU, Salinitas, Waigeo Barat, Raja Ampat

ABSTRACT

Observations of dissolved oxygen levels have been carried out in the waters of West Waigeo, Raja Ampat, West Papua. This study aims to determine the condition of dissolved oxygen and Apparent Oxygen Utilization (AOU). The results of the analysis showed that the levels of dissolved oxygen in the surface layer, 5 meters and near the bottom of each ranged between 5.90-8.48 mg/l; 6.06-8.04 mg/l and 6.12-7.98 mg/l. Based on the temperature and salinity values obtained from this study, the solubility, degree of oxygen saturation and AOU values were calculated. At the surface layer the AOU values range between (-0.01) -2.77 mg/l, at a depth of 5 meters and near the base the positive AOU values range between 0.10-2.06 mg/l and (0, 16) -1.99 mg/l. The concentration of dissolved oxygen in the waters of West Waigeo, Raja Ampat, has not shown a negative impact on the aquatic environment and is still in line with sea water quality standards for marine biota.

Keywords: Dissolved oxygen, AOU, Salinity, West Waigeo, Raja Ampat.

1. PENDAHULUAN

Perairan Waigeo Barat, Raja Ampat merupakan salah satu perairan pantai dan estuari yang sangat penting di bidang perikanan. Ditinjau dari letak geografisnya, perairan Waigeo Barat karena 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*). Hal ini dapat dimengerti karena perairan tersebut kondisinya subur dan merupakan konsentrasi berbagai jenis ikan dan biota laut lainnya dalam jumlah kelimpahan yang besar. Wilayah perairan ini tergolong memiliki ekosistem pesisir yang lengkap; dengan keanekaragaman hayati karang tertinggi di dunia, yang dihuni oleh berbagai biota seperti moluska, krustasea, ekinodermata, ikan serta jenis dan kondisi karangnya (Larsen *et. al.*, 2011).

Sebagai perairan pantai, kondisinya sangat dipengaruhi oleh lingkungan di sekitarnya. Pola

aliran arus antar pulau yang dinamis, proses pencampuran massa air dan berbagai aktivitas; perikanan, pariwisata, pelabuhan dan transportasi laut serta sarana pendukung lainnya seperti dermaga yang tidak terkontrol dapat mengakibatkan masuknya sampah maupun limbah ke laut. Limbah-limbah organik yang dibuang ke perairan, dalam proses degradasinya akan menurunkan kadar oksigen dalam air yang pada akhirnya menyebabkan terganggunya ekosistem perairan. Oksigen merupakan unsur kimia penting bagi kehidupan berbagai organisme di laut. Sumber utama oksigen dalam air berasal dari difusi udara dan hasil fotosintesis organisme berklorofil yang hidup dalam suatu perairan. Namun proses ini sangat tergantung dari sederetan faktor yang sangat pengaruhnya, seperti kecerahan air laut dan tingkat kesuburan atau kandungan kepadatan populasi fitoplankton dan flora laut lainnya. Kenaikan suhu, salinitas, pergerakan air permukaan dan tekanan atmosfer serta pencampuran massa air yang berbeda dapat pula mempengaruhi kelarutan oksigen terlarut,

terutama pada lapisan dalam atau dekat dasar (Alekin *dalam* Sapulete & Birowo, 1990).

Di laut, oksigen yang dimanfaatkan saat massa air berada di lapisan permukaan terutama untuk proses respirasi dan penguraian zat-zat organik oleh mikroorganisme, dikenal dengan AOU (*Apparent Oxygen Utilization*). 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). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi oksigen terlarut dan *Apparent Oxygen Utilization*

(AOU) serta faktor-faktor yang mempengaruhinya di perairan Waigeo Barat, Raja Ampat.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan Waigeo Barat, Raja Ampat, Papua Barat pada bulan Agustus-September 2019. Sampel air laut diambil dengan menggunakan tabung Nansen pada lapisan permukaan, 5 meter dan ≤10 meter (dekat dasar). Penentuan posisi masing-masing stasiun penelitian dilakukan dengan menggunakan Garmin handportable GPS Map 60 CSx, disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Peta stasiun penelitian

Pengukuran kadar oksigen terlarut, suhu dan salinitas dilakukan secara *in situ* (langsung di lapangan) dengan menggunakan alat EXO-2 “*water quality environmental data logger*”. 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 yang terukur:

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

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

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.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Oksigen Terlarut

Hasil pengukuran oksigen terlarut yang diperoleh disajikan dalam Tabel 1. Secara keseluruhan kadar oksigen terlarut di Perairan Waigeo Barat berkisar antara 5.90-8.48 mg/l. Kadar oksigen tertinggi ditemukan di stasiun 7 yaitu 7.90-8.04 mg/l dan terendah 5.90-6.27 mg/l ditemukan di stasiun 3. Rendahnya oksigen terlarut di stasiun 3 mungkin disebabkan pengaruh buangan zat-zat

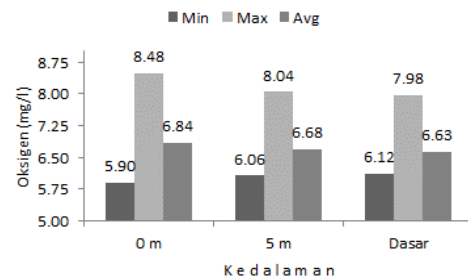
organik yang berasal dari daratan pulau Waigeo, terutama keberadaan sampah ataupun limbah organik di stasiun tersebut yang banyak membutuhkan oksigen untuk penguraiannya.

Kadar oksigen semakin rendah kadarnya seiring dengan semakin meningkatnya aktivitas mikroorganisme untuk menguraikan zat organik menjadi zat anorganik yang menggunakan oksigen terlarut.

Tabel 1. Kedalaman perairan, suhu, salinitas, oksigen terlarut, daya larut, kejenuhan dan AOU di perairan Waigeo Barat, Raja mpat, Agustus-September 2019.

No. Stasiun	Kedalaman (m)		Suhu (°C)	Salinitas (mg/l)	Oksigen (mg/l)	Daya Larut (mg/l)	Kejenuhan (%)	AOU (mg/l)
	Laut	Sampling						
1	9.5	0	28.10	34.92	6.85	5.83	117.45	1.02
		5	26.78	34.93	6.35	6.00	105.72	0.34
		9.5	26.81	34.91	6.19	6.00	103.22	0.19
2	8	0	29.02	34.90	8.48	5.71	148.43	2.77
		5	28.33	34.92	7.57	5.80	130.46	1.77
		8	27.31	34.91	7.52	5.93	126.74	1.59
3	10	0	27.48	34.92	5.90	5.91	99.82	-0.01
		5	27.09	34.91	6.06	5.96	101.71	0.10
		10	27.20	34.92	6.27	5.95	105.39	0.32
4	9	0	27.50	34.84	6.81	5.91	115.23	0.90
		5	28.27	34.95	6.44	5.81	110.84	0.63
		9	27.47	34.96	6.58	5.91	111.28	0.67
5	9	0	27.31	34.89	6.25	5.93	105.32	0.32
		5	27.65	34.98	6.63	5.89	112.59	0.74
		9	27.78	34.95	6.27	5.87	106.87	0.40
6	9.5	0	27.78	35.03	6.95	5.87	118.53	1.09
		5	27.29	35.06	6.35	5.93	107.10	0.42
		9.5	27.26	34.99	6.40	5.94	107.82	0.46
7	8.5	0	28.07	34.91	7.90	5.83	135.38	2.06
		5	26.91	34.93	8.04	5.98	134.34	2.06
		8.5	26.92	34.92	7.98	5.98	133.28	1.99
8	6.5	0	27.03	34.47	6.03	5.99	100.75	0.05
		5	27.41	34.41	6.37	5.94	107.26	0.43
		6.5	27.41	34.41	6.37	5.94	107.26	0.43
9	7	0	27.75	33.49	6.38	5.94	107.44	0.44
		5	26.78	35.02	6.32	6.00	105.31	0.32
		7	27.13	34.78	6.12	5.96	102.65	0.16

Kadar oksigen terlarut akan menurun akibat proses pembusukkan bahan organik, respirasi, dan reaerasi terhambat (Klein dalam Andriani, 1999). Menurut Reid, 1961; Welch, 1980 dalam Simanjuntak (2007) kadar oksigen dalam suatu perairan sangat dipengaruhi oleh meningkatnya bahan-bahan organik yang masuk ke perairan disamping faktor-faktor lainnya diantaranya kenaikan suhu, salinitas, respirasi, adanya lapisan di atas permukaan air, senyawa yang mudah teroksidasi dan tekanan atmosfer.



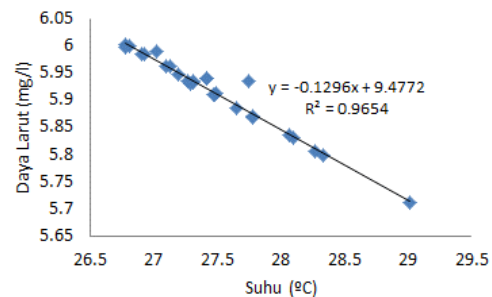
Gambar 2. Nilai minimum, maksimum dan rata-rata oksigen terlarut (mg/l) di perairan Waigeo Barat.

Dari hasil pengamatan terlihat rata-rata kadar oksigen lapisan permukaan nilainya lebih tinggi bila dibandingkan dengan dekat dasar (Gambar 2), hal ini disebabkan karena proses pelarutan oksigen yang berasal dari atmosfer terjadi pada lapisan permukaan. Pada lapisan permukaan, kadar oksigen akan lebih tinggi, karena adanya proses difusi antara air dengan udara bebas serta adanya proses fotosintesis (Salmin, 2005). Dengan bertambahnya kedalaman akan terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, karena proses fotosintesis semakin berkurang dan kadar oksigen yang ada banyak digunakan untuk pernapasan dan oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik. Penurunan kadar oksigen terlarut rata-rata yang tertinggi (0.16 mg/l) diperoleh pada lapisan permukaan sampai kedalaman 5 m dan terendah (0.05 mg/l) diperoleh pada kedalaman 5 meter sampai dekat dasar. Kondisi ini diduga disebabkan proses fotosintesis maupun difusi oksigen dari udara kedalam air sangat lambat akibat kekeruhan perairan dan kurangnya sinar matahari serta pemanfaatan oksigen terlarut oleh mikroorganisme optimum pada lapisan permukaan sampai dekat dasar. Pengaruh yang terbesar yang mempengaruhi fluktuasi oksigen terlarut dalam suatu perairan adalah banyaknya biota laut (plankton) yang menggunakan oksigen terlarut untuk respirasi, kurang lancarnya proses difusi dari atmosfer dan proses fotosintesis (Simanjuntak, 2007).

Kadar oksigen hasil pengamatan ini masih sesuai dengan kadar oksigen terlarut di lapisan permukaan laut umumnya. Kadar oksigen terlarut di dalam massa air nilainya adalah relatif, biasanya berkisar antara 6-14 ppm (W.D. Connel dan G.J. Miller, 1995). Menurut Sutamihardja (1987), kadar oksigen di perairan laut yang normal berkisar antara 5.7-8.5 mg/l. Secara umum kadar oksigen di Perairan Waigeo Barat sesuai dengan baku mutu air laut untuk biota laut, yaitu ≥ 5 mg/l (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup, KLH, 2004) dan bila dibandingkan dengan kriteria kualitas air, termasuk pada kriteria tidak tercemar yaitu > 5 mg/l (Sutamihardja, 1987). Rivai, 1983 mengatakan bahwa pada umumnya kandungan oksigen sebesar 5 mg/l dengan suhu air berkisar antara 20-30 °C relatif masih baik, bahkan apabila dalam perairan tidak terdapat senyawa-senyawa yang bersifat toksik (tidak tercemar) kandungan oksigen sebesar 2 ppm sudah cukup untuk mendukung kehidupan organisme perairan (Swingle dalam Salmin, 2005). Menurut Da'i (1991), kadar oksigen di Teluk Nanwan, Taiwan dimana terumbu karang tumbuh dan berkembang dengan baik berkisar antara 4.27-7.14 ppm.

3.2. Kelarutan oksigen, Derajat kejenuhan dan AOU

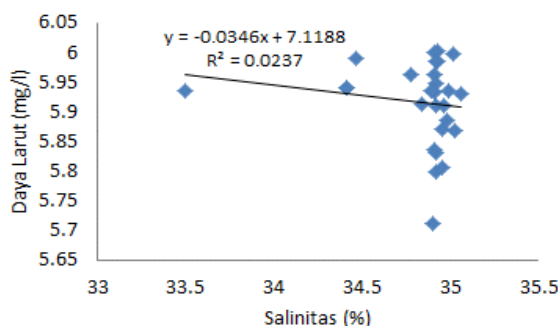
Proses kelarutan oksigen pada lapisan permukaan sangat tergantung pada suhu air dan salinitas, semakin tinggi suhu dan salinitas, maka daya larut akan menurun, selain itu kedalaman perairan secara implisit mempengaruhi nilai daya larut (Hamzah dan Trenggono, 2014). Daya larut oksigen dalam hubungannya 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 0.9654 (Gambar 3). Dari gambar tersebut terlihat 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, dimana nilai suhu semakin rendah, maka nilai daya larut akan semakin tinggi atau sebaliknya (Hamzah dan Trenggono, 2014). 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 4, terlihat bahwa hubungan antara daya larut oksigen dengan salinitas tidak begitu jelas atau sangat lemah, nilai korelasi hanya 0.0237. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa tingkat kelarutan oksigen di perairan ini sangat berhubungan erat dengan nilai suhu air dibandingkan dengan nilai salinitas.



Gambar 3. Nilai kelarutan oksigen terhadap suhu air laut

Hasil perhitungan daya larut berdasarkan pendekatan empiris Alekin memberikan gambaran mengenai tingkat kejenuhan. Tingkat kejenuhan tertinggi lapisan permukaan 148.43 % ditemukan di stasiun 2 dan terendah ditemukan di stasiun 3 yaitu 99.82 %. Nilai kejenuhan yang tinggi di perairan ini umumnya diperoleh pada stasiun di lepas pantai. Rata-rata tingkat kejenuhan oksigen terlarut permukaan sampai kedalaman dekat dasar 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



Gambar 4. Nilai kelarutan oksigen terhadap salinitas

bertambah (Wyrcki, 1961).

Banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk proses respirasi dan penguraian zat-zat organik oleh mikroorganisme dinyatakan dalam AOU. Tabel 2 menampilkan daya larut, tingkat kejenuhan dan AOU di perairan Waigeo Barat, Raja Ampat, selama bulan Agustus-September 2019.

Tabel 2. Daya larut, tingkat kejenuhan dan AOU di perairan Waigeo Barat, Raja Ampat

Lapisan	Daya Larut (mg/l)			Kejenuhan (%)			AOU (mg/l)		
	Min	Max	Rerata	Min	Max	Rerata	Min	Max	Rerata
Permukaan	5.71	5.99	5.88	99.82	148.43	116.48	0.01	2.77	0.96
Tengah (5 m)	5.80	6.00	5.92	101.71	134.34	112.82	0.10	2.06	0.76
Dekat Dasar	5.87	6.00	5.94	102.65	133.28	111.61	0.16	1.99	0.69

Secara keseluruhan nilai AOU di lapisan permukaan, 5 meter dan dekat dasar masing-masing berkisar antara (-0.01)-2.77 mg/l; 0.10-2.06 mg/l dan (0.16)-1,99 mg/l (Tabel 2). Hal yang menarik ditemukan hanya satu stasiun di lapisan permukaan yang mempunyai nilai AOU negatif yaitu pada stasiun 3 (-0.01). Nilai AOU di lapisan permukaan kadang menunjukan nilai yang negatif dan menandakan oksigen yang dibutuhkan lebih banyak daripada oksigen yang tersedia. Nilai AOU negatif pada stasiun tersebut menggambarkan banyaknya kadar oksigen dikonsumsi oleh biota yang hidup di lapisan permukaan karena proses metabolisme berlangsung cukup aktif. Sedangkan stasiun yang lainnya nilai AOU positif pada lapisan permukaan, 5 meter sampai dekat dasar. Nilai AOU yang positif pada penelitian ini disebabkan proses fotosintesis berjalan cukup lancar dibandingkan dengan proses respirasi yang membutuhkan oksigen. Dari hasil perhitungan nilai AOU menunjukkan bahwa pada umumnya nilai AOU positif di lapisan permukaan menggambarkan banyaknya jumlah oksigen yang tersedia di perairan ini.

4. KESIMPULAN

Kadar oksigen terlarut tertinggi ditemukan pada lapisan permukaan dan nilainya menurun dengan bertambahnya kedalaman. Penurunan kadar oksigen tertinggi (0.16 mg/l) diperoleh pada lapisan permukaan sampai kedalaman 5 m. Nilai AOU

negatif yang terjadi pada lapisan permukaan menunjukkan proses metabolisme berlangsung cukup aktif. Nilai rata-rata AOU per kedalaman semuanya positif (100 %), hal ini menggambarkan banyaknya jumlah oksigen yang tersedia. Dari nilai AOU yang diperoleh menunjukkan kondisi kadar oksigen terlarut di perairan Waigeo Barat masih baik untuk kehidupan biota laut.

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.

Connel, W.D. dan G. J. Miller. (1995). *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Terjemahan, Penerbit Universitas Indonesia: 520.

Dai, C.F. (1991). Reef Environment and Coral Fauna of Southern Taiwan. *Atoll Resources Bulletin*, 354:1.

Hamzah, F. dan Trenggono, M. (2014). Oksigen terlarut di Selat Lombok. *Jurnal Kelautan Nasional*, 9(1),21-35.

Larsen, S.N., Leisher, C., Mangubhai, S.,Muljadi, A., Tapilau, R. (2011). *Laporan Penilaian Desa Pesisir di Kabupaten Raja Ampat Papua Barat Indonesia*. The Nature Conservancy 3/11. Bali.

- 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.
- Reid, G.K. (1961). *Ecology of Inland Waters and Estuaries*. Reynold Publishing Co., New York.
- Riva'i, R.S. dan Pertagunawan, K. (1983). *Biologi Perikanan I*. Penerbit CV. Kayago, Jakarta, 143 hal.
- Salmin. (2005). Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*, XXX(3), 21 - 26.
- Sapulete, D dan S. Birowo. (1989). 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. (2007). Oksigen terlarut dan Apparent Oxygen Utilization di Perairan Teluk Klabat, Pulau Bangka. *Jour. Mar. Sci. Ilmu Kelautan*. Univ. Diponegoro 12(2),59-66
- 8Sutamiharja, R.T.M. (1987). Kualitas dan Pencemaran Lingkungan. Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor: 92 hal.
- Wyrcki, K. (1961). Physical oceanography of the Southeast Asian Waters. *Naga Report 2*, University of California: 1-195.