

**KORELASI ANTARA KONSENTRASI OKSIGEN TERLARUT PADA
KEPADATAN YANG BERBEDA DENGAN
SKORING WARNA *Daphnia* spp.**

**CORRELATION BETWEEN DISSOLVED OXYGEN CONCENTRATION
IN DIFFERENT DENSITIES WITH COLOR SCORING OF *Daphnia* spp.**

A. Shofy Mubarak, Diah Ayu Satyari U dan Rahayu Kusdarwati

Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga
Kampus C Mulyorejo - Surabaya, 60115 Telp. 031-5911451

Abstract

Dissolved oxygen is the parameters key of water quality. Low level of dissolved oxygen can affect the function and slow growth, can even cause death to fish in hypoxia condition. The aims of this experiment were to determine the effect of population density of *Daphnia* spp. of dissolved oxygen concentration and the correlation between dissolved oxygen concentration with color scoring of *Daphnia* spp. This method was experimental with Completely Randomized Design as experiment design with 6 treatments and 4 replications. The treatment that was given were the differences of *Daphnia* spp. density that consisted of treatment A (50 individu/200 ml), treatment B (250 individu/200 ml), treatment C (450 individu/200 ml), treatment D (650 individu/200 ml), treatment E (850 individu/200 ml), and treatment F (1050 individu/200 ml). The results showed that the difference of *Daphnia* spp. density showed highly significant effect of dissolved oxygen concentration of treatment medium ($p < 0,01$). In addition, this experiment also showed that the dissolved oxygen concentration in treatment medium showed negative correlation with color score of *Daphnia* spp.

Key words: dissolved oxygen concentration, color scoring, *Daphnia* spp

Pendahuluan

Oksigen terlarut merupakan parameter kunci kualitas air (Hickling, 1971 dalam Mukti dkk., 2003). Tersedianya oksigen terlarut dalam air sangat menentukan kehidupan udang dan ikan. Oksigen terlarut dalam suatu perairan diperoleh melalui difusi dari udara ke dalam air, aerasi mekanis, dan fotosintesis tanaman akuatik. Sementara itu, oksigen terlarut dalam air dapat berkurang akibat adanya respirasi dan pembusukan bahan organik pada dasar perairan (*Department of Primary Industries and Resources of South Australia*, 2003).

Hypoxia merupakan fenomena yang terjadi dalam lingkungan akuatik akibat adanya penurunan konsentrasi oksigen terlarut sampai batas yang dapat merugikan kehidupan organisme akuatik yang hidup di dalamnya (*Free Encyclopedia*, 2009). *Hypoxia* dapat terjadi pada perairan karena adanya konsumsi oksigen yang lebih besar dibandingkan dengan produksi oksigen. Kadar oksigen terlarut yang rendah dapat berpengaruh terhadap fungsi dan lambatnya pertumbuhan, bahkan dapat mengakibatkan kematian pada ikan (Mahasri, 2006).

Konsentrasi oksigen terlarut tergantung pada faktor fisika dan biologi. Beberapa faktor fisika yang

mempengaruhi konsentrasi atau kelarutan oksigen terlarut dalam air antara lain suhu, salinitas, dan tekanan atmosfer. Konsentrasi oksigen terlarut juga dipengaruhi oleh faktor biologis seperti kepadatan organisme perairan, karena semakin padat organisme perairan maka laju respirasi juga akan semakin meningkat. Adanya peningkatan respirasi tersebut akan menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Schramm, 1997), dimana penurunan konsentrasi oksigen terlarut hingga batas titik kritis akan menyebabkan *hypoxia*.

Daphnia spp. merupakan organisme yang peka terhadap perubahan suhu dan oksigen yang terjadi pada habitatnya (Williamson *et al.*, 1996 dalam Eads *et al.*, 2008). Penyesuaian diri *Daphnia* spp. terhadap *hypoxia* dilakukan melalui sintesis hemoglobin (Eads *et al.*, 2008). Dekken (2005) menyatakan bahwa adanya sintesis hemoglobin menyebabkan bagian luar karapaks *Daphnia* spp. akan terlihat berwarna merah. Berdasarkan fenomena tersebut maka perubahan warna pada *Daphnia* spp. diduga mempunyai korelasi dengan konsentrasi oksigen terlarut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Mengetahui pengaruh kepadatan populasi *Daphnia* spp. terhadap konsentrasi oksigen terlarut.

Selain itu juga untuk mengetahui korelasi antara konsentrasi oksigen terlarut terhadap skoring warna *Daphnia* spp.

Materi dan Metode Penelitian

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 11 Juli - 3 September 2009 di Laboratorium Pendidikan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga.

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari hewan coba berupa *Daphnia* spp. dewasa yang diperoleh melalui kultur *Daphnia* spp., air tawar, dan dedak padi sebagai pakan *Daphnia* spp. selama kultur *Daphnia* spp. berlangsung. Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari mikroskop, *object glass*, *cover glass*, kamera, pipet, saringan, termometer, amoniak test kit, DO meter, pH pen, dan wadah perlakuan.

Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sebagai rancangan percobaannya. Terdapat 6 perlakuan dengan 4 ulangan. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu perlakuan A (50

ekor/200ml), perlakuan B (250 ekor/200ml), perlakuan C (450 ekor/200ml), perlakuan D (650 ekor/200ml), perlakuan E (850 ekor/200ml), dan perlakuan F (1050 ekor/200ml).

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran konsentrasi oksigen terlarut media perlakuan dengan kepadatan *Daphnia* spp. yang berbeda ditampilkan pada Tabel 1. Fluktuasi konsentrasi oksigen terlarut media perlakuan dapat dilihat pada Gambar 1, dimana terjadi penurunan konsentrasi oksigen terlarut dari konsentrasi oksigen terlarut awal (4,3 mg/l) pada jam ke-4 hingga jam ke-12 dan mengalami peningkatan pada jam ke - 16 selanjutnya turun kembali pada jam ke - 32. Namun, fluktuasi tersebut masih relatif stabil dalam *range* yang sempit.

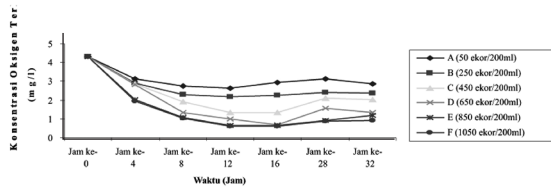
Hasil uji statistik Analisis Varian (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan kepadatan *Daphnia* spp. yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata terhadap konsentrasi oksigen terlarut media perlakuan ($p < 0,01$) pada jam ke -4, jam ke - 8, jam, ke - 12, jam ke - 16, jam ke - 28, dan jam ke - 32.

Berdasarkan data rata - rata konsentrasi oksigen terlarut pada Tabel 1. maka dapat diketahui bahwa kondisi *hypoxia* ($< 2 \text{ mg/l O}_2$) terjadi pada perlakuan C, D, E, dan F pada jam ke - 8 hingga jam ke - 16 serta perlakuan D, E, dan F pada jam ke - 28 hingga jam ke - 32.

Tabel 1. Rata - rata konsentrasi oksigen terlarut (mg/l) media perlakuan dengan kepadatan *Daphnia* spp. yang berbeda

Perlakuan	Jam ke-4	Jam ke-8	Jam ke-12	Jam ke-16	Jam ke-28	Jam ke-32
A	3,1 ^a	2,8 ^a	2,6 ^a	3,0 ^a	3,1 ^a	2,9 ^a
B	2,9 ^a	2,3 ^a	2,2 ^b	2,3 ^b	2,4 ^b	2,4 ^b
C	2,9 ^a	1,9 ^b	1,3 ^c	1,4 ^c	2,1 ^b	2,0 ^c
D	2,8 ^a	1,4 ^c	1,0 ^d	0,7 ^d	1,6 ^c	1,4 ^d
E	2,0 ^b	1,1 ^{cd}	0,7 ^e	0,7 ^d	0,9 ^d	1,2 ^d
F	2,0 ^b	1,0 ^d	0,6 ^e	0,6 ^d	0,9 ^d	0,9 ^e

Keterangan : a, b, c, d, dan e superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan konsentrasi oksigen terlarut pada media perlakuan yang sangat berbeda nyata ($p < 0,01$)



Gambar 1. Grafik fluktuasi konsentrasi oksigen terlarut media perlakuan selama penelitian

Berdasarkan data rata – rata konsentrasi oksigen terlarut pada Tabel 1. maka dapat diketahui bahwa kondisi *hypoxia* (< 2 mg/l O₂) terjadi pada perlakuan C, D, E, dan F pada jam ke – 8 hingga jam ke - 16 serta perlakuan D, E, dan F pada jam ke – 28 hingga jam ke – 32.

Skor Warna *Daphnia* spp. diamati setelah 4 jam perlakuan diberikan dengan metode skoring warna menurut Dekken (2005), dimana pada penelitian ini ditemukan 5 nilai skor warna (skor 1 – 5). Rata-rata skor warna tubuh *Daphnia* spp. hasil pengamatan dan konsentrasi oksigen terlarut media perlakuan ditampilkan pada Tabel 2. menunjukkan terjadinya peningkatan skor warna yang pada konsentrasi oksigen terlarut yang rendah, sedangkan koefisien korelasi (R) antara konsentrasi oksigen terlarut media perlakuan dengan skoring warna *Daphnia* spp. yang dianalisis menggunakan Uji *Spearman Rank Correlation* seperti yang ada di Tabel 3. menunjukkan adanya korelasi negatif antara konsentrasi oksigen terlarut dengan skor warna *Daphnia* spp.

Tabel 2. Rata-rata skoring warna tubuh *Daphnia* spp. hasil pengamatan dan konsentrasi oksigen terlarut media perlakuan (mg/l)

Perlakuan	Jam ke-4		Jam ke-8		Jam ke-12		Jam ke-16		Jam ke-28		Jam ke-32	
	DO	Skor	DO	Skor	DO	Skor	DO	Skor	DO	Skor	DO	Skor
A	3,1	1,075	2,8	1,525	2,6	1,525	3,0	1,825	3,1	1,625	2,9	1,875
B	2,9	1,375	2,3	2,25	2,2	3,025	2,3	3,175	2,4	2,975	2,4	3,025
C	2,9	2,1	1,9	2,8	1,3	3,325	1,4	3,375	2,1	3,175	2,0	3,1
D	2,8	2,175	1,4	3,35	1,0	3,525	0,7	3,5	1,6	3,475	1,4	3,275
E	2,0	2,575	1,1	3,35	0,7	3,625	0,7	3,6	0,9	3,725	1,2	3,375
F	2,0	2,625	1,0	3,375	0,6	3,625	0,6	3,65	0,9	3,35	0,9	3,35

Tabel 3. Koefisien korelasi (R) antara konsentrasi oksigen terlarut media perlakuan dengan skoring warna *Daphnia* spp.

Waktu (Jam)	Koefisien Korelasi (R)
Jam ke – 4	-0,926(**)
Jam ke – 8	-0,986(**)
Jam ke - 12	-1,000(**)
Jam ke - 16	-0,941(**)
Jam ke – 28	-0,899(**)
Jam ke – 32	-0,943(**)

Keterangan : (-) menunjukkan bahwa terdapat korelasi negatif
 (**) menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang sangat tinggi

Korelasi negatif antara konsentrasi oksigen terlarut dengan skoring warna *Daphnia* spp. mempunyai arti bahwa semakin rendah konsentrasi oksigen terlarut maka akan semakin tinggi skor warna *Daphnia* spp. yang dihasilkan. Sementara itu, terdapat korelasi yang sangat tinggi antara konsentrasi oksigen terlarut dengan skor warna *Daphnia* spp. pada semua waktu pengamatan.

Berdasarkan data pada Tabel 2. dapat dibuat tabel range rata – rata konsentrasi oksigen terlarut media perlakuan dan skor warna *Daphnia* spp. seperti pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Range rata-rata skor warna *Daphnia* sp.

Range rata-rata DO (mg/l)	Range rata-rata skor warna <i>Daphnia</i> spp.
2,6 - > 3	1 – 2
2,0 – 2,5	2,5 – 3
1,9 – 1,0	> 3 – 3,5
< 1	3,5

Berdasarkan data pada Tabel 4. tersebut, maka dapat diketahui bahwa rata-rata skor warna *Daphnia* spp. yang terjadi pada kondisi *hypoxia* (< 2 mg/l O₂) adalah > 3 - 3,5, sedangkan rata-rata skor warna *Daphnia* spp. yang timbul pada kondisi *normoxia* (2 mg/l O₂) adalah 1-3mg/l O₂.

Pengukuran kualitas air dilakukan untuk memastikan bahwa kondisi kualitas air untuk media perlakuan *Daphnia* spp. berada dalam kondisi optimal untuk mendukung kehidupan *Daphnia* spp. Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian ini yaitu suhu, pH (derajat keasaman), dan NH₃ (amoniak). Kualitas air pada jam ke – 0, jam ke – 4, jam ke – 8, jam ke – 12, jam ke – 16, jam ke – 28, jam ke - 32.

Oksigen merupakan salah satu unsur makronutrient yang sangat penting bagi kelangsungan hidup dan proses fisiologis maupun metabolisme di dalam tubuh organisme hidup (Mukti dkk., 2003). Secara umum, konsentrasi oksigen terlarut dalam air terus-menerus berubah setiap hari akibat adanya konsumsi atau produksi oksigen oleh organisme akuatik, difusi dan pengaruh musim (Ministry of Environment of Government of British Columbia, 2009). Penurunan konsentrasi oksigen terlarut dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu adanya respirasi organisme akuatik dan dekomposisi bahan organik. Adanya penurunan konsentrasi oksigen terlarut sampai

batas titik kritis akan menyebabkan terjadinya *hypoxia*. *Hypoxia* merupakan fenomena yang terjadi dalam lingkungan akuatik akibat adanya penurunan konsentrasi oksigen terlarut sampai batas yang dapat merugikan kehidupan organisme akuatik yang hidup di dalamnya (Free Encyclopedia, 2009). Long *et al.*, (2008) menyatakan bahwa *hypoxia* terjadi pada konsentrasi oksigen di bawah 2 mg/l. Pada penelitian ini, kondisi *hypoxia* terjadi pada perlakuan C, D, E, dan F pada jam ke – 8 hingga jam ke - 16 serta perlakuan D, E, dan F pada jam ke – 28 hingga jam ke – 32 sesuai data yang ada pada Tabel 1. Konsentrasi oksigen selama penelitian juga tampak berbeda nyata antar perlakuan (p<0,01) dengan kepadatan yang berbeda. Hal ini sesuai dengan yang dijelaskan oleh Green (1955) bahwa pada kondisi kepadatan *Daphnia* spp. yang rendah, kandungan oksigen dalam air akan menjadi lebih tinggi.

Fluktuasi dari konsentrasi oksigen selama penelitian juga masih relatif stabil dalam *range* yang sempit pada setiap waktu pengamatan seperti pada Gambar 2., karena lambatnya penyerapan oksigen dari atmosfer melalui difusi akibat daya larut air yang sangat rendah (FAO Corporate, 2009) dan tingkat konsumsi oksigen dari *Daphnia* spp yang sangat rendah. Terjadinya difusi oksigen diatur dengan adanya lubang kecil pada penutup wadah perlakuan. Pirrow *et al.*, (2001) menyatakan bahwa rata – rata respirasi dari *Daphnia* spp. pada kondisi *hypoxia* adalah 28 nmol oksigen/individu/jam, sedangkan menurut Bohrer and Lampert (1988); Paul *et al.* (1997); Porter *et al.* (1982) dalam Pirrow *et al.* (1999), pada kondisi *normoxia* dan pada suhu 20° C, tingkat konsumsi oksigen dari *Daphnia* dewasa berada pada kisaran 30 – 40 nmol/jam.

Crustacea yang berukuran kecil, yang sering mendominasi komunitas zooplankton air tawar seperti *Daphnia* spp. (Bronmark and Hansson, 1998 dalam Pirrow *et al.*, 2001), menunjukkan adanya induksi yang kuat dari sintesis hemoglobin sebagai respon terhadap *hypoxia* (Fox *et al.*, 1951; Fox, 1955; Kobayashi and Hoshi, 1982 dalam Pirrow *et al.*, 2001). Adanya peningkatan kandungan hemoglobin dalam *hemolymph* akan menghasilkan warna merah pada *Daphnia* (Vinyard and O'Brien, 1975; Confer *et al.*, 1978; O'Brien, 1979 dalam Pirrow *et al.*, 2001). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat korelasi negatif dari konsentrasi oksigen terlarut media perlakuan dengan skor warna *Daphnia* spp., dimana pada setiap waktu pengamatan menunjukkan adanya korelasi yang sangat tinggi. Tokishita *et al.* (1997) dalam Pirrow *et al.* (2001) melaporkan bahwa terdapat

ketika *Daphnia* dipelihara pada kondisi yang kekurangan oksigen. Adanya peningkatan konsentrasi hemoglobin ini menunjukkan bahwa hemoglobin berfungsi sebagai *carrier* dari pengikatan oksigen, sehingga hemoglobin membantu transpor oksigen dalam *hemolymph* (Pirrow *et al.*, 2001).

Pada proses peningkatan hemoglobin yang disebabkan oleh *hypoxia signaling pathway*. *Hypoxia Inducible Factor* (HIF) merupakan aktivator transkripsi yang terbentuk sebagai respon terhadap kondisi *hypoxia* (kondisi dimana kandungan oksigen terlarut rendah) dan akan berikatan dengan *Hypoxia Response Elements* (HRE) yang terletak pada bagian promoter dari gen hemoglobin (Bunn and Poyton, 1996 dalam Rider *et al.*, 2005). *Hypoxia* mengaktifkan hemoglobin sub unit hb2 yang terdapat di antara beberapa HRE dan HIF (gen transkripsi) sebagai respon terhadap rendahnya kandungan oksigen terlarut. hb2 merupakan sub-unit yang berperan dalam peningkatan hemoglobin mRNA sebagai respon terhadap perubahan lingkungan (Rider *et al.*, 2005). Peningkatan kandungan hemoglobin menyebabkan peningkatan kemampuan *Daphnia* spp. dalam menghadapi kondisi *hypoxia* sehingga *Daphnia* spp. dapat bertahan hidup dalam kondisi ini (Rider *et al.*, 2005).

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa skor yang terjadi pada kondisi *hypoxia* (< 2 mg/l O₂) adalah > 3 - 3,5 seperti data pada Tabel 4. Nilai skor warna *Daphnia* spp. yang terjadi pada kondisi *hypoxia* tersebut dapat dijadikan dasar untuk deteksi titik kritis konsentrasi oksigen terlarut (*hypoxia*) pada suatu perairan.

Penelitian ini dikondisikan pada kisaran parameter kualitas air yang normal untuk kehidupan *Daphnia* spp. Berdasarkan data kualitas air yang diukur pada setiap waktu pengamatan seperti pH, suhu, dan amoniak berada pada kisaran yang masih dapat diterima oleh *Daphnia* spp. yaitu pH berkisar antara 6,6 - 7,1, suhu air berkisar antara 28 - 29° C, dan konsentrasi amoniak berkisar antara 0 - 0,003 mg/l. Hal ini sesuai dengan pernyataan Clare (2002) yang menyatakan bahwa pH 6,5 - 7,8, suhu air yang berkisar antara 24 - 31° C merupakan kisaran pH dan suhu yang masih normal untuk kehidupan *Daphnia* spp., dan konsentrasi amoniak yang ditolerir untuk kehidupan *Daphnia* spp. adalah kurang dari 0,2 mg/l (Lavens and Sorgeloos, 1996).

Kesimpulan

Kepadatan *Daphnia* spp. memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata terhadap konsentrasi oksigen terlarut media perlakuan ($p < 0,01$).

Konsentrasi oksigen terlarut media perlakuan mempunyai korelasi negatif dengan skor warna tubuh *Daphnia* spp.

Perlu adanya penelitian survei mengenai skor warna *Daphnia* spp. pada suatu perairan, sehingga nilai skor warna *Daphnia* spp. yang terjadi pada kondisi *hypoxia* dapat dijadikan dasar untuk deteksi titik kritis oksigen terlarut (*hypoxia*) pada suatu perairan.

Daftar Pustaka

- Clare, J. 2002. *Daphnia an Aquarist's Guide*. <http://www.caudata.org/daphnia>. 10/04/09. 13 p.
- Dekken, A. 2005. *Seeing Red : Daphnia and Hemoglobin*. Ste. Genevieve du Bois School, Warson Woods, Missouri. Summer Research Fellowship for Science Teachers. Washington University Science Outreach. Missouri. p 2-8.
- Department of Primary Industries and Resources of South Australia. 2003. *Water Quality in Fresh Aquaculture Ponds*. http://www.pir.sa.gov.au/data/assets/pdf_file/0008/34001/watqual.pdf. 22/08/09. p3.
- Eads, B., J. Andrews, and J. K. Coolbourne. 2008. *Ecological Genomic in Daphnia : Stress Responses and Environmental Sex Determination*. Center for Genomic and Bioinformatics. Indiana University Bloomington Departement of Biology. USA. 9p.
- FAO Corporate. 2009. *Dissolved Oxygen*. <http://www.fao.org/DOCREP/003/W3732E/w3732e0x.htm>. 20/10/09. 16 p.
- Free Encyclopedia. 2009. *Hypoxia (Environmental)*. [http://en.allexperts.com/e/h/hy/hypoxia_\(environmental\).htm](http://en.allexperts.com/e/h/hy/hypoxia_(environmental).htm). 10/20/09. p. 1.
- Green, J. 1955. *Haemoglobin in The Fat-Cells of Daphnia*. The Zoology Department, Bedford College (University of London), Regent's Park. London. 4 p.
- Lavens, P and P. Sorgeloos. 1996. *Manual on The Production of Use of Live Food for Aquaculture*. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Rome. 361p.

- Long, W. C., B. J. Brylawski, and R. D. Seitz. Behavioral effects of low dissolved oxygen on the bivalve *Macoma balthica*. School of Marine Science. Virginia Institute of Marine Science. The College of William and Mary. Virginia. 1p.
- Mahasri, G. 2006. Diktat Manajemen Kualitas Air. Program Studi S-1 Budidaya Perairan. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga. Surabaya. hal 29
- Ministry of Environment of Government of British Columbia. 2009. Water Quality. Ambient Water Quality Criteria for Dissolved Oxygen. <http://www.env.gov.bc.ca/wat/wq/BCguidelines/do/do-02.htm>. 20/10/09]. 10p.
- Mukti, A. T., Muhammad A., dan Woro H. 2003. Diktat Kuliah Dasar – dasar Akuakultur. Program Studi S-1 Budidaya Perairan. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga. Surabaya. hal 47–52.
- Pirrow, R., F. Wollinger, and R. J. Paul. 1999. The Sites of Respiratory Gas Exchange in The Planktonic Crustacean *Daphnia magna*: An in Vivo Study Employing Blood Haemoglobin As An Internal Oxygen Probe. Institut für Zoophysiologie, Westfälische Wilhelms-Universität, Hindenburgplatz, Münster, Germany. 11p.
- Pirrow, R., C. Baumer, and R. J. Paul. 2001. Benefits of Haemoglobin in The Crustacean *Daphnia magna*. Institut für Zoophysiologie, Westfälische Wilhelms-Universität, Hindenburgplatz, Münster, Germany. 17p.
- Rider, C. V. and G. LeBlanc. 2006. Atrazine Stimulates Hemoglobin Accumulation in *Daphnia magna* : is it Hormonal or Hypoxic. Departement of Environmental and Molecular Toxicology. North Carolina State University, Raleigh. North Carolina. 24 p.
- Schramm. 1997. The Oxygen Factor (in pond). <http://www.hedley.ca/oxygen2.htm>. 10/04/09. 5 p.