

NERACA OKSIGEN DI LOKASI JARING APUNG WILAYAH BONGAS WADUK SAGULING, JAWA BARAT

oleh
L u k m a n

ABSTRACT

Mass death of fish is often faced by floating cage culture system in Saguling reservoir. Up welling supposed to bring about the problem. Nevertheless, the mass death usually happen on calm and cloudy condition, when the oxygen availability low. Oxygen budget was measured on June and December 1995 in Bongas area, Saguling Reservoir, by using Boyd et al. (1978a) in . Boyd (1982) formulation approach. Result of estimate oxygen concentration after dark periode are 3,5 mg/l (June) and 2,8 mg/l (December), and from direct measurement on 06.00 a.m., are 2,2 mg/l (June) and 2,78 mg/l (December). Daily dissolved oxygen fluctuation (average value) betwen 2,2 - 4,0 mg/l (June) and 2,2 - 3,6 mg/l (December).

Key Words: Saguling Reservoir, Floating Cage, Oxygen Balance

ABSTRAK

Budidaya ikan sistem jaring apung di Waduk Saguling sering menghadapi masalah kematian ikan massal yang sangat merugikan petani akibat adanya arus balik. Kematian ikan tersebut biasanya terjadi pada periode tenang dan kondisi mendung, saat ketersediaan oksigen diperkirakan sangat minim. Hal ini diduga merupakan faktor utama kematian ikan. Pada penelitian ini diukur neraca oksigen di lokasi jaring apung, wilayah Bongas Waduk Saguling, diestimasi dengan pendekatan formulasi Boyd et al. (1978a) dalam Boyd (1982), dan pengukuran langsung fluktuasi kadar oksigen harianya. Penelitian dilakukan pada bulan Juni dan Desember 1995. Pengukuran oksigen dan suhu dilakukan di tiga stasiun pada empat strata kedalaman (0, 1, 2, dan 3 meter), setiap tiga jam, dan dimulai pada pukul 09.00 pagi selama 24 jam. Parameter lain yang diukur adalah COD (Chemical Oxygen Demand) air, TOM (Total Organic Matter) sedimen, dan kedalaman perairan. Data penunjang, meliputi data produksi dan stok ikan yang dipelihara, serta ketinggian muka air diperoleh dari data sekunder. Kadar oksigen hasil estimasi di perairan wilayah jaring apung selelah periode 12 jam gelap (malam) adalah 4,0 mg/l (Juni) dan 3,0 mg/l (Desember). Sedangkan dari pengukuran langsung, berdasarkan nilai rata-rata kadar oksigen pada pukul 06.00, pada bulan Juni adalah 2,2 mg/l dengan fluktuasi oksigen rata-rata harian adalah 2,2 - 4,0 mg/l, dan pada bulan Desember adalah 2,7 mg/l dengan fluktuasi oksigen rata-rata harian antara 2,2 - 3,6 mg/l.

Kata kunci: Waduk Saguling, Jaring Apung, Neraca Oksigen

PENDAHULUAN

Kegiatan perikanan sistem budidaya jaring apung di Waduk Saguling telah dimulai sejak tahun 1985, yang ditujukan sebagai usaha pemukiman kembali (resettlement) bagi penduduk yang terkena proyek pembangunan Waduk Saguling. Waduk Saguling sendiri, secara umum, layak untuk pengembangan jaring apung, meskipun tidak dalam kondisi optimal. Hal ini antara lain karena pada malam hari oksigen terlarut berada dibawah nilai ambang untuk pertumbuhan ikan (Soemarwoto *et al.*, 1992).

Perkembangan budidaya sistem jaring apung tampaknya tidak terkendali, yaitu tanpa memperhatikan daya dukung perairan untuk mencapai produksi yang optimal, sehingga kegiatan tersebut menyebabkan menurunnya kualitas air (Krismono, 1992). Kematian ikan secara masal seringkali dilaporkan dan menjadi masalah yang cukup merugikan bagi petani ikan. Kematian ikan secara massal yang terakhir terjadi pada bulan Oktober 1994, yang mencapai 110 ton (Sadiah, 1995 *dalam* Lukman, 1995). Kematian massal tersebut diduga karena adanya arus balik (*up welling*). Pada umumnya kematian ikan terjadi pada waktu cuaca mendung dengan kondisi tenang, saat ketersediaan oksigen diperkirakan sangat minim. Sehingga ada kemungkinan bahwa minimnya ketersediaan oksigen merupakan faktor utama yang menyebabkan kematian massal ikan yang dipelihara pada jaring apung.

Oksigen merupakan kebutuhan utama respirasi organisme, sehingga keberadaannya akan menunjang proses metabolisme organisme tersebut. Ketersediaan oksigen di perairan dengan demikian merupakan kunci produksi dan produktivitas organisme di dalamnya. Secara alami, oksigen masuk ke perairan, baik waduk maupun danau, terutama melalui proses fotosintesis yang mencapai 90 - 95%, dan yang lainnya bersumber dari proses difusi dari udara serta dari perairan itu sendiri (Scmittau, 1991 *dalam* Krismono, 1992).

Dengan pengukuran fluktuasi oksigen terlarut harian, saat-saat kritis ketersediaan oksigen di perairan akan diketahui, sedangkan dengan pengukuran neraca okigen (Oxygen Budget), dapat ditetapkan tingkat ketersediaan okigen setelah periode gelap (malam hari). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keseimbangan ketersediaan dan kebutuhan oksigen di lokasi jaring apung wilayah Bongas.

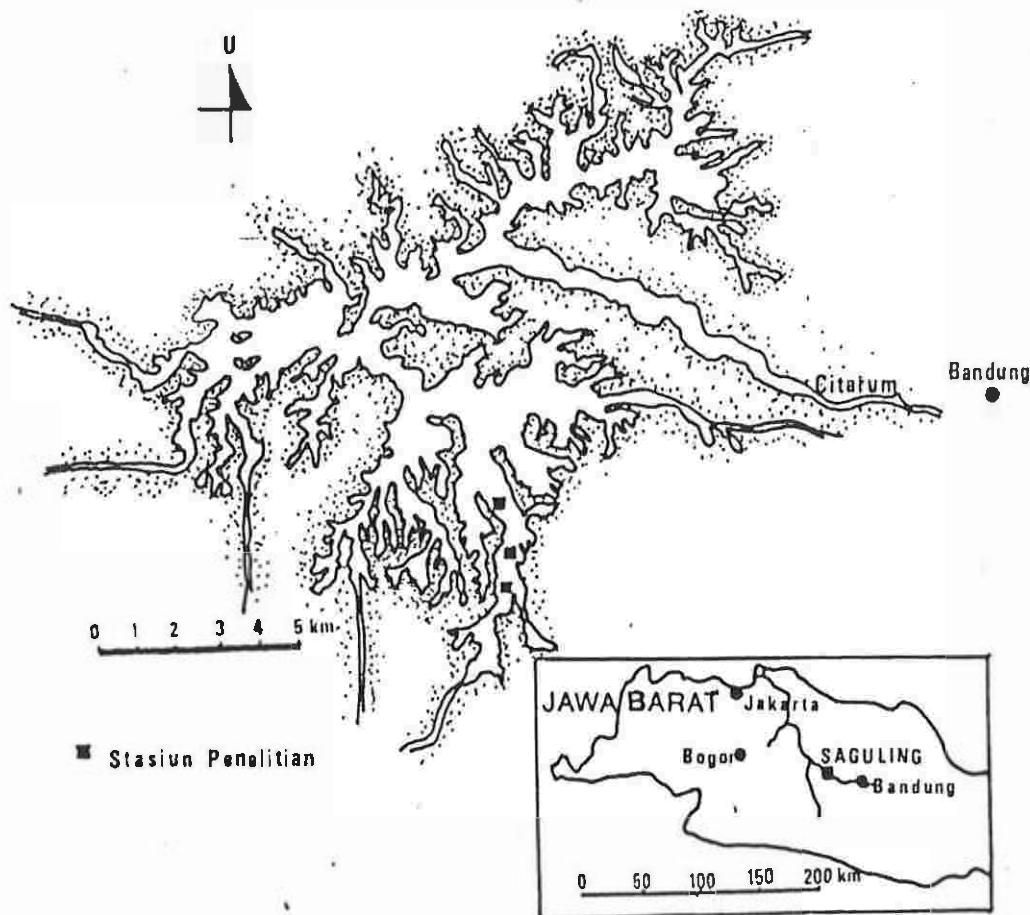
BAHAN DAN METODE

Lokasi

Penelitian di lakukan di satu wilayah Waduk Saguling Jawa Barat, yang memiliki konsentrasi jaring apung yang cukup padat, yaitu di Teluk Bongas (Gambar 1). Wilayah ini merupakan daerah pemasangan jaring apung untuk petani ikan desa Bongas, Ranca Panggung, Muka Payung, dan Batu Layang, yang secara administrasi termasuk wilayah Kecamatan Cililin Kabupaten Bandung. Berdasarkan perhitungan langsung di lapangan, Teluk Bongas ini ditempati oleh jaring apung sekitar 2 800 unit.

Stasiun Penelitian

Stasiun penelitian ditetapkan di tiga lokasi, dari arah hulu ke hilir Teluk Bongas. Pada masing-masing stasiun diamati fluktuasi DO (Dissolved Oxygen; oksigen terlarut)-nya pada empat strata kedalaman yaitu 0, 1, 2, dan 3 meter.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Juni 1995 (mewakili muka air tinggi) dan Bulan Desember 1995 (mewakili muka air rendah).

Metode

Pengukuran fluktuasi DO menggunakan DO meter model YSI, dilakukan setiap tiga jam selama 1 x 24 jam, dimulai pada pukul 09.00. Sedangkan untuk estimasi neraca oksigen digunakan pendekatan formulasi Boyd et al (1978a) dalam Boyd (1982); yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{DO}_t &= \text{DO}_{\text{dusk}} + \text{DO}_{\text{df}} - \text{DO}_{\text{f}} - \text{DO}_{\text{m}} - \text{DO}_{\text{p}} \\
 \text{DO}_t &= \text{DO} \text{ setelah periode gelap;} \\
 \text{DO}_{\text{dusk}} &= \text{DO} \text{ pada waktu senja;} \\
 \text{DO}_{\text{df}} &= \text{DO} \text{ dari proses difusi;} \\
 \text{DO}_{\text{f}} &= \text{DO yang dikonsumsi ikan;}
 \end{aligned}$$

- DOm = DO yang dikonsumsi (Respirasi) organisme lumpur;
 DOp = DO yang dikonsumsi plankton.

Keterangan:

- DOdusk : DO rata-rata pada pukul 18.00;
 DOdf : Transfer O₂ dari udara ke air didasarkan prosentase tingkat kejemuhan DOdusk pada suhu yang ada;
 DOf : Respirasi ikan yang dihitung dari biomassa ikan yang dipelihara x laju konsumsi oksigennya;
 Laju konsumsi oksigen oleh ikan:
 - Mas (*C. carpio*) ukuran 100 g; suhu 25°C :
 0,70 g/kg ikan/jam (Beamish, 1964 in: Beveridge, 1987).
 - Nila (*O. niloticus*) ukuran 100 g; suhu 25°C :
 0,16g/kg ikan/jam (Ross&Ross, 1984 in: Beveridge, 1987).
 DOm : Respirasi organisme pada lumpur;
 DO p : Konsumsi O₂ plankton didasarkan pada nilai COD (C) dan suhu rata-rata (T), menurut rumus dari Boyd *et al*, 1978
in Boyd, 1982) yaitu:
 - $1,006 - 0,00148C - 0,0000125C^2 + 0,0766T$
 - $0,00144T^2 + 0,000253 CT$

Contoh air untuk penentuan kadar COD diambil secara komposit dari tiga strata kedalaman (1,2, dan 3 m) di ketiga stasiun, metode untuk analisis digunakan permanganatmetri. Contoh sedimen untuk penentuan kadar TOM-nya diambil dari ketiga stasiun, sedangkan metode yang digunakan adalah metode gravimetri.

Karakteristik fisik perairan diukur secara langsung di lapangan, yaitu kedalaman, lebar, suhu, dan kecerahan, selanjutnya dikonfirmasi dengan data profil melintang wilayah sungai Ciminyak dan fluktuasi muka air (Data Fisik Perairan Waduk Saguling Tahun 1995; PLN Sektor Saguling, Tidak dipublikasikan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisik dan Kimia

Wilayah Bongas merupakan bagian waduk Saguling, berbentuk teluk dengan Sungai Ciminyak sebagai inlet-nya. Sungai Ciminyak sendiri adalah salah satu dari beberapa anak sungai Citarum yang bermuara di Waduk Saguling. Panjang wilayah Bongas, sebagai salah satu tempat konsentrasi jaring apung, berdasarkan pengukuran dari peta wilayah Waduk Saguling +3,55 km. Kedalaman maksimum yang telah diukur, kedalaman rata-rata, dan lebar rata-rata pada bulan Juni 1995 masing-masing adalah 33,5 m, 17,8 m, dan 417 m, sedangkan pada bulan Desember 1995 adalah 17,7 m, 8,1 m, dan 276 m. Perubahan kondisi fisik tersebut terkait dengan adanya perubahan ketinggian muka air yang mencapai +12,5 m.Pada bulan

Juni (tanggal 29-30) ketinggian muka air adalah 642 m dpl (di atas permukaan laut), sedangkan pada bulan Desember (tanggal 14-15) hanya mencapai 629,5 m dpl. Dari data-data tersebut maka luas permukaan dan volume air wilayah Bongas pada bulan Juni adalah 1.479.285 m² dan 26.331.273 m³, sedangkan pada bulan Desember masing-masing 979.800 m² dan 7.936.380 m³ (lihat tabel 1).

Tabel 1. Kondisi Fisik Wilayah Bongas Waduk Saguling

Stasiun	Dalam rata-rata (m)		Lebar rata-rata (m)	
	Juni '95	Desember '95	Juni '95	Desember '95
I	10,6	1,8	470	200
II	20,3	9,3	430	378
III	22,4	13,2	350	250 276
Rata-rata	17,8	8,1	417	276

Suhu perairan berperan besar terhadap proses-proses di perairan, baik terhadap proses kimia maupun biologisnya. Ketersediaan oksigen sangat dipengaruhi oleh suhu, dan tingkat kejemuhananya tergantung pada kondisi suhu tersebut. Semakin tinggi suhu tingkat kejemuhananya akan semakin menurun. Demikian pula tingkat metabolisme organisme akan dipengaruhi oleh kondisi suhu.

Suhu yang teramati pada satu stasiun dan strata kedalaman tertentu pada umumnya tidak menunjukkan fluktuasi yang ekstrim selama 24 jam pengamatan. Pada bagian permukaan, fluktuasi suhu mencapai 1,0 - 2,2°C, sedangkan pada kedalaman 3 m antara 0,2 - 0,7°C. Fluktuasi suhu yang relatif tinggi hanya terjadi stasiun I pada bulan Desember 1995, yaitu pada kedalaman 1 m (3,3°C) dan kedalaman 2 m (4,2°C), yang diduga karena pengaruh air dari sungai Ciminyak yang cukup dominan. Suhu minimum yang terpantau adalah 23,5°C dan suhu maksimum 27,7°C. Waktu terjadinya suhu minimum dan maksimum tidak menunjukkan suatu pola yang tetap.

Secara rata-rata, suhu pada bulan Juni 1995 tidak menunjukkan adanya perbedaan antara bagian permukaan (0 m) dan lapisan dalam (3 m), sedangkan pada bulan Desember 1995, terjadi sedikit perbedaan (0,62°C). Pada tabel berikut dapat dilihat suhu rata-rata dari ketiga stasiun.

Tabel 2. Suhu Rata-rata ($^{\circ}\text{C}$) selama 24 Jam Pengamatan di Wilayah Bongas Waduk Saguling.

Stasiun Kedalaman (m)	Juni 1995				Desember 1995			
	1	2	3	x	1	2	3	x
0	27,25	27,48	27,33	27,35	25,94	26,55	26,76	26,42
1	27,24	27,51	27,35	27,37	25,24	26,50	26,59	26,11
2	27,15	27,31	27,33	27,26	23,90	25,95	26,15	25,33
3	27,05	27,19	27,24	27,16	-	25,79	25,80	25,80

Keterangan: x nilai rata-rata

Suhu rata-rata waktu senja (tdusk = pk. 18.00) dari tiga stasiun di perairan wilayah Bongas pada bulan Juni 1995 berkisar antara $27,2^{\circ}\text{C}$ (kedalaman 3 meter) dan $27,7^{\circ}\text{C}$ (permukaan) dengan rata-rata total $27,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan pada bulan Desember 1995 antara $25,7^{\circ}\text{C}$ dan $27,1^{\circ}\text{C}$ dan rata-rata $26,5^{\circ}\text{C}$. Suhu air pada waktu senja untuk menentukan kadar DO jenuhnya, sehingga tingkat prosentasi kejenuhan DO yang diukur pada waktu yang sama dapat diketahui. Tingkat difusi oksigen selama periode gelap untuk penetapan neraca oksigen didasarkan pada tingkat prosentasi kejenuhan tersebut.

Tingkat kecerahan (transparance) perairan akan menentukan kedalaman wilayah eufotiknya, yaitu wilayah dengan penetrasi cahaya 1% dari yang masuk perairan. Kedalaman eufotik tersebut adalah $2,71 \times$ tingkat kecerahannya (Poole & Atkins *in: Kleppel & Ingram, 1977*). Tingkat kecerahan dan kedalaman wilayah eufotik perairan Bongas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Tingkat Kecerahan dan Kedalaman Eufotik Perairan Wilayah Bongas, Waduk Saguling.

	Juni 1995	Desember 1995
Kecerahan (m)	0,76*	0,90
Eufotik (m)	2,06	2,44

*) Sumber: Anonim (1995)

Dari tabel tersebut menunjukkan bahwa wilayah yang dapat menghasilkan oksigen melalui proses fotosintesis maksimum hanya 2,44 meter. Jika dibanding dengan kedalaman rata-ratanya, maka wilayah eufotik ini mencapai 11,6% (Juni) dan 30,1% (Desember).

Kadar COD akan menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan pada suatu perairan, sehingga berperan terhadap neraca oksigen yang ada. COD sendiri merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik menjadi CO₂ dan air (Maciolek dalam Boyd, 1982). Kadar COD di perairan wilayah Bongas berkisar antara 23,1- 42,1 mg/l, dan secara umum kadar COD pada bulan Juni lebih tinggi dibanding Desember. Hal ini dapat dimengerti karena aktivitas budidaya ikan pada bulan Juni juga lebih tinggi.

Kadar TOM sedimen dapat memberikan indikasi tingkat aktivitas budidaya ikan pada jaring apung di wilayah Bongas ini. TOM sedimen ini dapat merupakan sisa-sisa pakan dan feses dari ikan yang dipelihara. Tingkat kedalaman perairan tidak berpengaruh terhadap tingkat akumulasi TOM ini namun yang jelas bahwa kadar TOM sedimen pada bulan Juni lebih tinggi daripada Desember. Hal ini tampaknya sejalan dengan tingkat COD-nya, yaitu terkait dengan aktivitas budidaya ikan pada jaring apung. Selain itu penyurutan air Waduk Saguling menjelang bulan Desember diduga berperan terhadap hanyutnya TOM pada sedimen. Pada tabel berikut dapat dilihat kadar COD dan TOM sedimen di perairan wilayah Bongas.

Tabel 4. Kadar COD dan TOM Sedimen di Perairan Bongas, Waduk Saguling

Stasiun	Juni 1995				Desember 1995			
	1	2	3	x	1	2	3	x
COD(mg/l)	32,86	34,08	42,09	36,34	27,27	26,09	23,09	25,48
TOMsed(%)*	37,26	4,43	17,56	19,75	9,90	10,25	10,59	10,25

Keterangan: *) berat kering

x = nilai rata-rata

Biomassa Ikan

Ikan yang dipelihara oleh petani jaring apung di wilayah Bongas Waduk Saguling terdiri dari ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dan Nila (*Oreochromis niloticus*). Biomassa (yang merupakan perjumlahan dari data produksi dan stok) kedua jenis ini pada kedua waktu pemeliharaan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Biomassa Ikan yang Dipelihara pada Jaring Apung di Wilayah Bongas, Waduk Saguling.

Bulan/Desa	Produksi*				Stok**		Total Biomassa***		
	Juni 1995	Mas (kg)	%	Nila(kg)	%	Mas(kg)	Nila(kg)	Mas (kg)	Nila(kg)
Bongas	138.350	55,2		112.350	44,8	154.781	125.619	293.131	237.969
Ranca Panggung	8.400	42,2		11.500	57,8	12.871	17.629	21.271	29.129
Muka Payung	3.600	38,3		5.800	61,7	8.273	13.327	11.873	19.127
Batu Layang	41.400	57,1		31.100	42,9	60.155	45.195	101.555	76.295
Total	191.750			160.750		236.080	201.770	427.830	362.520

Bulan/Desa	Produksi*				Stok**		Total Biomassa***		
	Desember'95	Mas (kg)	%	Nila(kg)	%	Mas(kg)	Nila(kg)	Mas (kg)	Nila(kg)
Bongas	140.000	56,0	110.000	44,0	106.400	83.600	246.400	193.600	
Ranca P.	3.000	21,4	11.000	78,6	4.494	16.506	7.494	27.506	
Muka Payun	1.000	12,5	7.000	87,5	2.250	15.750	3.250	22.750	
Batu Layan	42.000	59,2	29.000	40,8	56.832	39.168	98.832	68.168	
Total	186.000		157.000		169.976	155.024	355.976	312.024	

Keterangan: *) Sumber UPTD Perairan Umum Saguling Cirata (Tidak dipublikasikan)

**) Hasil estimasi dari data total stok yang didasarkan pada % produksi

***) Data produksi + data stok

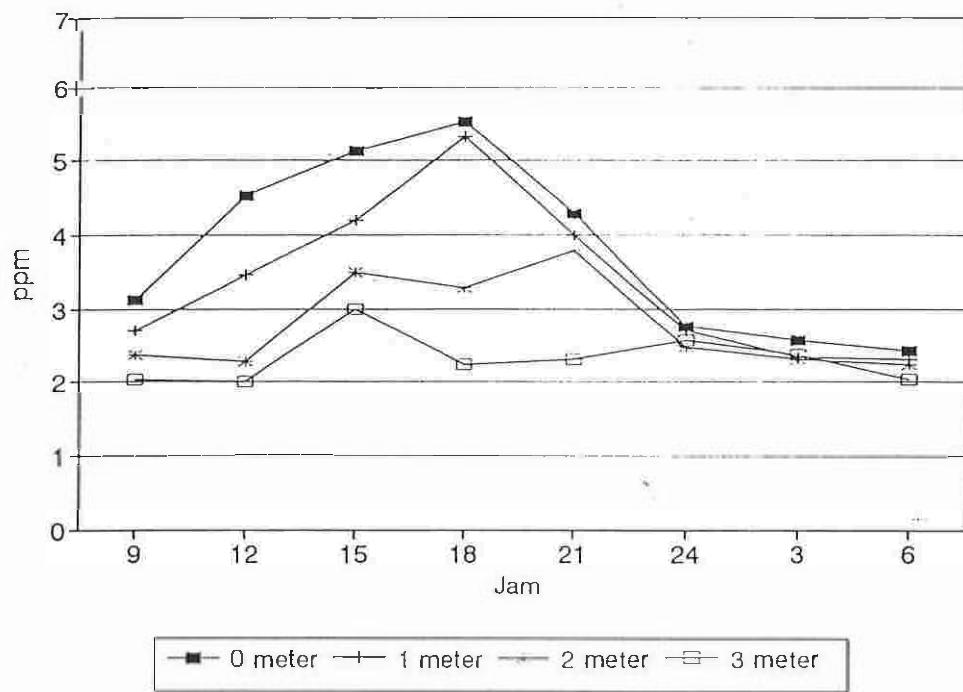
Biomassa ikan yang paling tinggi terdapat di desa Bongas, sedangkan berdasarkan waktu ternyata pada bulan Desember 1995 menunjukkan biomassa yang lebih rendah terutama karena diturunkannya stok jenis ikan Mas. Permukaan air yang cukup rendah diduga merupakan faktor utama diturunkannya stok ikan tersebut.

Fluktuasi Oksigen Terlarut

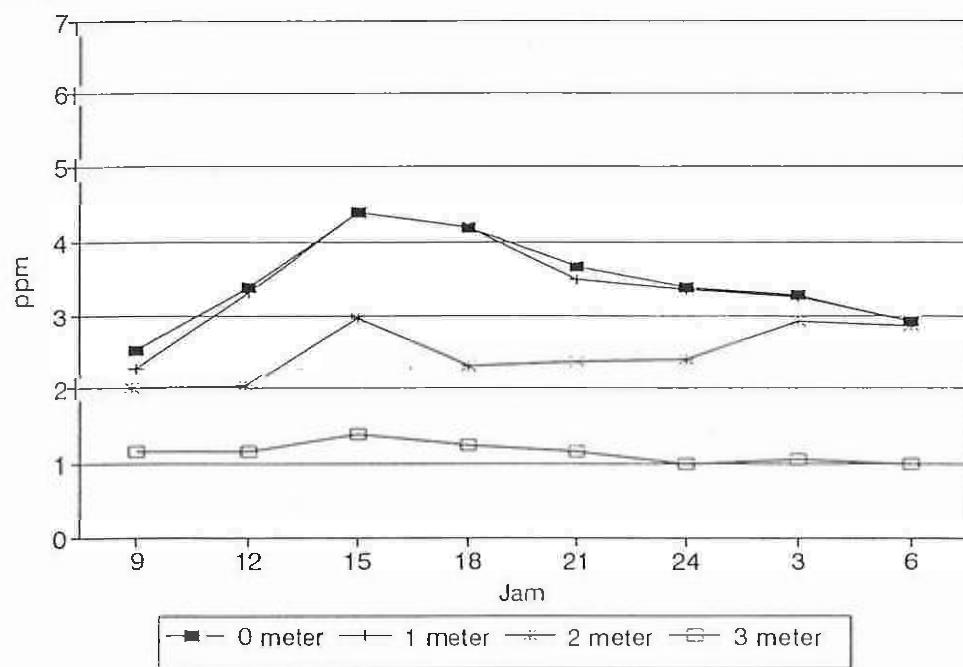
Fluktuasi oksigen terlarut di suatu perairan dipengaruhi oleh adanya perubahan pasokan maupun penggunaannya. Untuk wilayah Bongas, perubahan pasokan oksigen tampaknya berperan besar terhadap fluktuasi oksigen terlarut harian, jika dapat diasumsikan pengguna oksigen seperti jumlah biomassa ikan dan respirasi oleh sedimen tetap. Fotosintesis oleh fitoplankton diduga merupakan pemasok utama oksigen, sehingga pada siang hari terjadi peningkatan kadar DO, sementara pada malam hari terjadi penurunan. Dari hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa peningkatan kadar DO umumnya hanya berlangsung sampai kedalaman dua meter, sedangkan pada kedalaman tiga meter fluktuasi kadar DO sangat kecil.

Wilayah eufotik yang dangkal, maksimum 2,4 m (tabel 3), menyebabkan kolom air untuk proses fotosintesis sangat terbatas.

Pada bulan Juni 1995 kadar DO berfluktuasi antara 2,4 - 5,5 mg/l (0 meter), dan antara 2,0 - 3,0 mg/l (3 meter), sedangkan bulan Desember 1995 kadar DO berfluktuasi antara 2,5 - 4,4 mg/l (0 meter), dan antara 1,0 - 1,4 mg/l (3 meter) (Gambar 2 dan 3).

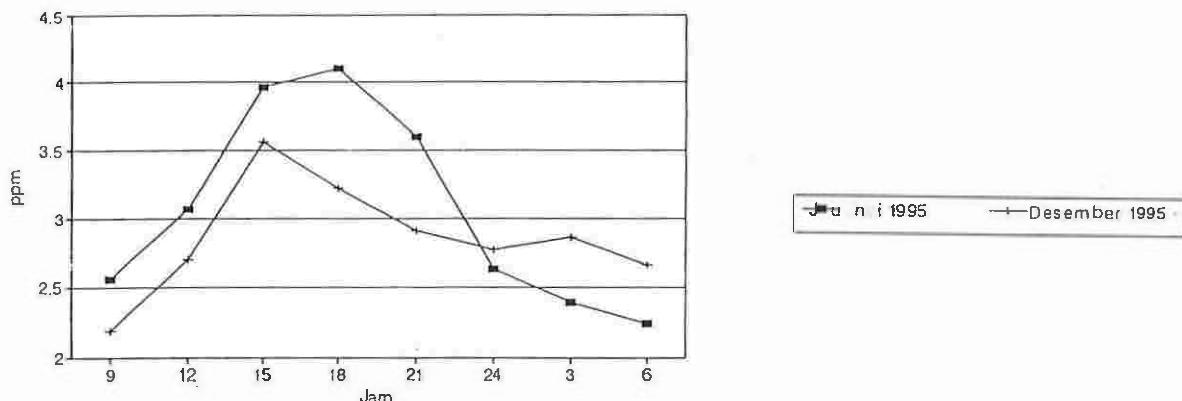


Gambar 2. Fluktuasi DO Rata-rata Harian Bulan Juni 1995 di Perairan Teluk Bongas, Waduk Saguling.



Gambar 3. Fluktuasi DO Rata-rata Harian Bulan Desember 1995 di Perairan Teluk Bongas, Waduk Saguling.

Fluktuasi DO rata-rata total bulan Juni berkisar antara 2,2- 4,1 mg/l, dan pada bulan Desember 2,2 - 3,6 mg/l (Gambar 4). Tampaknya pada bulan Juni 1995 fluktuasi kadar DO harian lebih besar dari pada bulan Desember. Diduga pada bulan Juni proses fotosintesi dan respirasi berlangsung lebih intensif, yang didasarkan pada nilai COD-nya. Kadar COD yang mencirikan laju konsumsi oksigen oleh fitoplankton (= pasokannya) (Boyd et al, 1978 dalam Boyd, 1982), pada bulan Juni lebih tinggi. Selain itu kondisi air yang lebih stagnant ada bulan Juni memungkinkan fitoplankton tumbuh lebih pesat. Sedangkan lebih rendahnya kadar DO pada bulan Desember diduga karena kedalaman perairan yang lebih dangkal, akan lebih meningkatkan faktor respirasi oleh sedimen.



Gambar 4. Fluktuasi DO Harian Rata-rata (total) Bulan Juni dan Desember 1995 di Perairan Teluk Bongas, Waduk Saguling.

Neraca Oksigen

Neraca oksigen (*Oxygen Budget*) merupakan suatu indikasi ketersediaan oksigen setelah periode gelap (malam hari). Pada umumnya, dengan tidak terjadinya fotosintesis oleh fitoplankton selama periode tersebut sementara proses respirasi terus berlangsung, maka pada malam hari dan menjelang pagi hari kondisi ketersediaan oksigen sangat menurun. Tingkat ketersediaan oksigen setelah periode gelap akan tergantung kepada ketersediaan oksigen sebelum periode gelap (DOdusk), tingkat difusi, tingkat respirasi oleh organisme hewani, respirasi untuk proses degradasi bahan organik, bahkan oleh fitoplankton itu sendiri.

Berdasarkan data-data sebelumnya menunjukkan bahwa kedalaman yang masih efektif memberikan kelayakan untuk budidaya ikan sistem jaring apung, maksimal tiga meter. Untuk perhitungan estimasi neraca oksigen, kedalaman tiga meter tersebut diasumsikan mewakili kedalaman untuk perhitungan respirasi lumpur, karena pada kenyataannya kedalaman jaring apung hanya tiga meter.

Difusi Oksigen

Tingkat difusi selama periode gelap tergantung kepada tingkat (%) kejenuhan DO dusk. Pada tabel 10 dapat dilihat kondisi suhu rata-rata pada pukul 18.00, DO jenuh pada suhu tersebut, DOdusk (=pk. 18.00), dan tingkat (%) kejenuhan DOdusk tersebut.

Tabel 6. Kondisi Rata-rata Suhu, DO jenuh, DOdusk, dan Tingkat Kejenuhan DOdusk di Tiga Stasiun Wilayah Bongas

Kedalaman (m)	Juni 1995					Desember 1995				
	0	1	2	3	x	0	1	2	3	x
Suhu(oC)	27,7	27,7	27,5	27,2	27,5	27,1	27,0	26,1	25,7	26,5
DOjenuh(mg/l)*	7,9	7,9	7,9	8,0	7,9	8,0	8,0	8,1	8,2	8,1
DOdusk (mg/l) **	5,5	5,3	3,3	3,2	4,1	4,2	4,1	2,2	1,2	2,9
DOdusk(%)jen	69,6	67,3	41,8	40,0	54,6	52,5	51,3	27,2	14,4	36,4

Keterangan: *)Ekstrapolasi dari standar kejenuhan Jorgensen (1980)

**)DO rata-rata pk. 18.00

Shroeder (1975) dalam Boyd (1982) memberikan standar difusi oksigen dari udara ke air yang semakin menurun dengan bertambahnya tingkat kejenuhan DO pada air, bahkan pada tingkat kejenuhan >120% difusi oksigen terjadi sebaliknya, yaitu dari air ke udara. Pada tingkat kejenuhan DOdusk rata-rata di perairan wilayah Bongas (36,4 dan 54,6%) (nilai yang ada dan paling mendekati (50%) adalah 1,69mg/l/12 jam.

Respirasi Ikan

Laju respirasi ikan selain tergantung pada jenis ikan, juga tergantung pada ukuran ikan, aktivitasnya, dan suhu perairan. Laju respirasi ikan Mas dan Nila yang mendekati kondisi di lokasi pengamatan bersumber dari Beamish (1964) dan Ross & Ross (1984) dalam Beveridge (1987). Untuk volume kolom air sebagai wilayah hidup ikan ditetapkan dengan kedalaman tiga meter (kedalaman jaring apung). Hal ini pun didasarkan pula pada kondisi oksigen di wilayah Bongas ini, yaitu pada kedalaman > 3 m hanya berkisar 0,3-1,5 mg/l (Brahmana *et al.*, 1993). Pada tabel 7 dapat dilihat laju respirasi untuk masing-masing ikan pada dua waktu pengamatan.

Tabel 7. Konsumsi Oksigen Ikan yang Dipelihara pada Jaring Apung di Wilayah Bongas selama 12 Jam

Jenis Ikan	Juni 1995	Desember 1995
Respirasi Ikan Mas (g O ₂)	3.593.772	2.990.198
Respirasi Ikan Nila (g O ₂)	696.038	599.086
Respirasi Total (g O ₂)	4.289.855	3.589.284
Vol.Kolom Air (d=3m*)(m ³)	4.437.855	2.939.400
Resp. Ikan per W ilayah (mg/l)	0,967	1,221

*)Vol.kolom air = luas wilayah x kedalaman jaring apung (d= 3m)

Laju konsumsi oksigen (respirasi) ikan pada bulan Desember menunjukkan tingkat yang lebih tinggi dibanding Juni, meskipun tingkat respirasi dari komponen-komponen ikannya sendiri lebih kecil. Hal ini karena ruang hidup (volume kolom air) pada bulan Desember lebih kecil, sehingga untuk per ruang hidup yang ada tingkat respirasinya akan lebih besar.

Respirasi oleh Organisme Lumpur

Untuk estimasi yang lebih mendekati, karena tidak ada informasi dari penelitian di lapangan, laju respirasi organisme lumpur yang digunakan adalah 61 mg/m²/jam. Nilai ini adalah yang dianjurkan oleh Boyd (1982) yang bersumber dari median beberapa studi. Dengan demikian organisme lumpur akan mengkonsumsi oksigen $61 \text{ mg/l/m}^2 / \text{jam} \times 12 \text{ jam periode gelap} = 732 \text{ mg/m}^2$. Untuk wilayah perairan Bongas, karena kedalaman substrat dasar diasumsikan dengan kedalaman jaring apung ($d=3\text{m}$), maka laju konsumsi organisme lumpur untuk bulan Juni dan Desember adalah sama, yaitu $737 \text{ mg/m}^2 : 3 \text{ m} = 244 \text{ mg/m}^3 = 0,244 \text{ mg/l}$.

Respirasi Plankton

Laju respirasi plankton (Tabel 8) ditentukan oleh nilai COD dan suhu, sebagaimana metode (Boyd *et al.*, 1978 dalam Boyd, 1982).

Tabel 8. Nilai Rata-rata COD, Suhu dan Laju Respirasi Plankton di Perairan Bongas

	COD (mg/l)	Suhu (o C)	Respirasi mg/l O ₂
Juni 1995	36,34	27,29	0,19
Desember 1995	25,48	25,92	0,13

Berdasarkan data-data estimasi pasokan (supply) dan kebutuhan (demand) oksigen di perairan wilayah Bongas Waduk Saguling, maka kadar ketersediaan oksigen setelah periode gelap (DO_t), dapat di lihat pada tabel 9.

Tabel 9. Kondisi DO_t, DO_{rata2} pk.06.00 dan Fluktuasinya selama 24 Jam di Perairan Bongas

Bulan	DO _t	DO _{rata2} pk.06.00	Fluktuasi
Juni 1995 (mg/l)	4,39	2,24	2,24- 3,96
Desember 1995 (mg/l)	3,00	2,66	2,19-3,56

Dari perhitungan neraca oksigen menunjukkan bahwa DO_t pada bulan Desember lebih kecil dibanding Juni, yang mana sebagian besar terkait dengan kadar DO_{dusk} dan laju respirasi oleh ikan. Pada bulan desember, DO_{dusk} lebih kecil sementara laju respirasi ikannya lebih besar. DO_{dusk} itu sendiri sejalan dengan fluktuasi harian DO yang telah diuraikan sebelumnya, diduga berhubungan dengan aktivitas fotosintesis fitoplankton.

Dari tabel 9 tampak bahwa DO_t umumnya lebih tinggi dibanding DO rata-rata pk.06.00 hasil pengukuran. Diduga bahwa tingkat respirasi organisme lumpur yang sebenarnya jauh lebih

besar dari hasil estimasi. Selain itu kedalaman tiga meter yang dijadikan/diasumsikan sebagai kedalaman substrat dasar kurang tepat, karena kondisi air (yang cair) relatif lebih dinamis dalam proses percampuran dibanding lumpur. Dengan demikian kondisi air bagian dalam yang memiliki kondisi oksigen yang lebih rendah akan banyak mempengaruhi kondisi oksigen pada lapisan kolom air yang diukur.

Namun demikian, dari kedua data di atas (DOt dan DO rata-rata hasil pengukuran pk.06.00) menunjukkan bahwa kondisi perairan wilayah Bongas sudah sangat kritis untuk mendukung perkembangan budidaya ikan sistem jaring apung. Dengan kondisi tersebut, maka jika tidak ada pasokan oksigen atau pasokannya rendah, dalam hal ini yang paling utama pada saat kondisi mendung sehingga proses fotosintesis fitoplankton tidak dapat berlangsung, DO akan sangat menurun dan mengancam kehidupan ikan yang dipelihara.

KESIMPULAN DAN SARAN

Ditinjau dari ketersediaan oksigennya, wilayah perairan Bongas Waduk Saguling sudah sangat kritis dalam menunjang budidaya sistem jaring apung. Untuk estimasi yang lebih tepat, diperlukan penelitian yang lebih rinci dan kontinyu menyangkut tingkat respirasi oleh substrat dasar, serta tingkat pertukaran air dari sungai Ciminyak dan Waduk Saguling itu sendiri.

Upaya yang penting perlu dilakukan adalah rekayasa dari substrat dasar sehingga akumulasi sisa-sisa pakan dan feses ikan dapat diturunkan, dan produktivitas perairan itu sendiri dapat dipulihkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1995. Laporan Hasil Pemantauan Kualitas Air Waduk Saguling Bulan Juli 1995. Pusat Penelitian Sumber Daya Alam dan Lingkungan - Lembaga Penelitian UNPAD - PT. PLN. Bandung. 44 hal.
- Brahmiana, S.S., M. Moelyo & S. Rahayu. 1993. Eutrofikasi Waduk Saguling. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pengairan. 28: 41 - 50.
- Beveridge, M. C. M., 1987. Cage Aquaculture. Fishing News Book . Ltd. England. 352 pp.
- Boyd, C. E., 1982. Water Quality Management for Pond Fish Culture. Developments in Aquaculture & Fisheries Science 9. Elsevier Sci. Publ. Co. New York. 317 pp.
- JØrgensen, S. E., 1980. Lake Management. Water Development, Supply and Management. Vol.4. Pergamon Press. Frankfurt. 167 pp.
- Kelppel, G. S & R. Ingram, 1980. Productivity in Bryant Lake Mt. Kisco New York, Summer 1977. Hydrobiologia 70: 95 - 101

Krismono, A. S. N, 1992. Fluktuasi Oksigen Terlarut selama 24 Jam di Sekitar Karamba Jaring Apung di Waduk Saguling. Bull. Penel. Perik. Darat. Vol. 11(1): 29 - 37

Krismono, A., S. Nuroniah, Krismono, C. Umar, K. Purnomo, & A. Sarnita, 1992. Dampak Budidaya Ikan dalam Keramba Jaring Apung terhadap Kualitas Air di Perairan Waduk Saguling, Cirata, dan Jatiluhur. Dalam: Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Air Tawar 1991/1992. Balitkanwar - Puslit. Perikanan, Balitbang Pertanian. Cipayung. Hal: 285 - 294

Lukman, 1995. Perairan Waduk Saguling Jawa Barat. Laporan Teknis 1994/1995. Proyek Litbang Pendayagunaan dan Rehabilitasi Lingkungan Perairan Darat. Puslitbang Limnologi - LIPI. Bogor. Hal: 62 - 69.

Soemarwoto, O., C. M. Roem, T. Herawati, & B. A. Costa-Pierce, 1990. Water Quality Suitability of Saguling and Cirata Reservoirs for Development of Floating Net Cage Aquaculture. In: Reservoir Fisheries and Aquaculture Development for Resettlement in Indonesia. Edit. by B. A. Costa-Pierce and O. Soemarwoto. PLN (Jakarta) - Inst. of Ecology - Pajajaran Univ. (Bandung) - ICLARM (Manila). p. 18 -111.