

## 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) between 2.2- 4.0 mg/l (June) and 2.2- 3.6 mg/l (December).*

*Keywords: 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 hariannya. 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 pemunjang, 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 setelah 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 oksigen (*Oxygen Budget*), dapat ditetapkan tingkat ketersediaan oksigen 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

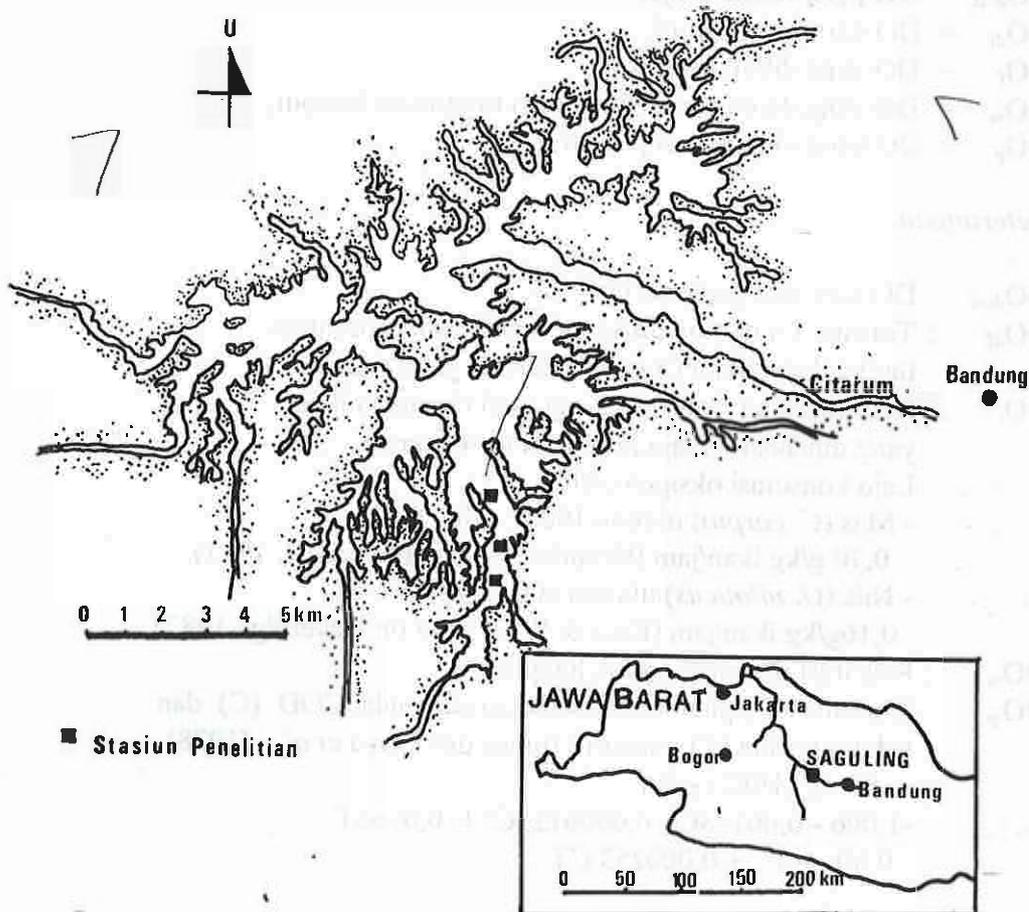
### *Lokasi*

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*) 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:

- $DO_t = DO_{dusk} + DO_{df} - DO_f - DO_m - DO_p$   
 $DO_t$  = DO setelah periode gelap;  
 $DO_{dusk}$  = DO pada waktu senja;  
 $DO_{df}$  = DO dari proses difusi;  
 $DO_f$  = DO yang dikonsumsi ikan;  
 $DO_m$  = DO yang dikonsumsi (Respirasi) organisme lumpur;  
 $DO_p$  = DO yang dikonsumsi plankton.

### Keterangan:

- $DO_{dusk}$  : DO rata-rata pada pukul 18.00;  
 $DO_{df}$  : Transfer  $O_2$  dari udara ke air didasarkan prosentase tingkat kejenuhan  $DO_{dusk}$  pada suhu yang ada;  
 $DO_f$  : 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).  
 $DO_m$  : Respirasi organisme pada lumpur;  
 $DO_p$  : Konsumsi  $O_2$  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 permanganatometri. 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  $\pm 3,55$  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  $\pm 12,5$  m. Pada bulan Juni (tanggal 29-30) ketinggian muka air adalah 642 m d.p.l. (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 m<sup>2</sup> dan 26.331.273 m<sup>3</sup>, sedangkan pada bulan Desember masing-masing 979.800 m<sup>2</sup> dan 7.936.380 m<sup>3</sup> (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         |
| Rata-rata | 17,8                | 8,1          | 417                 | 276         |

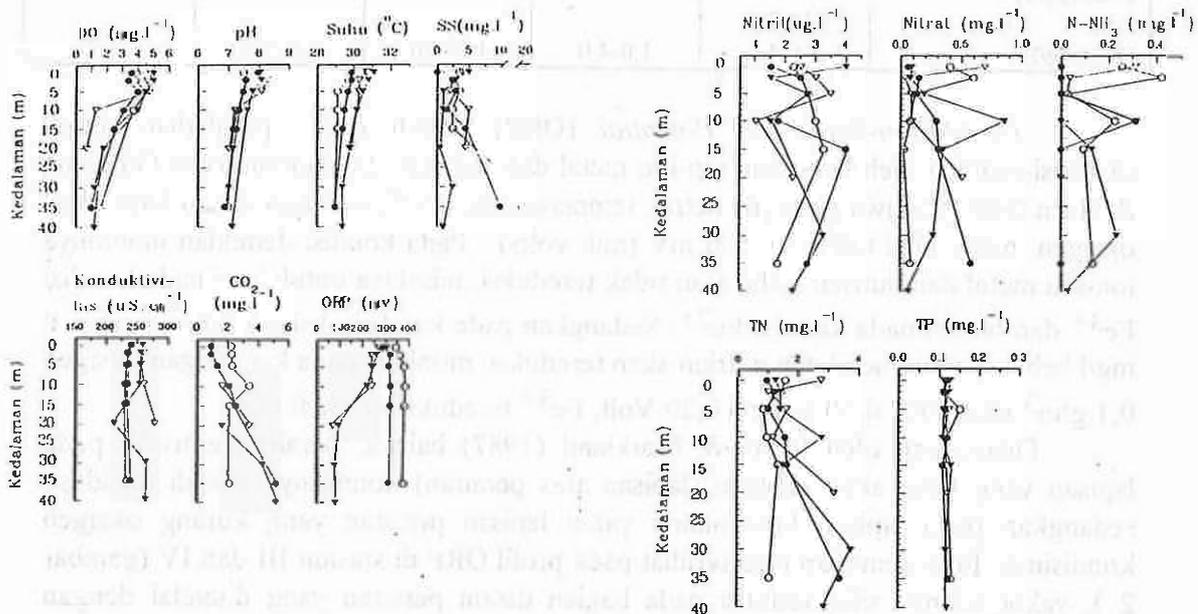
Suhu perairan berperan besar terhadap proses-proses di perairan, baik terhadap proses kimia maupun biologisnya. Ketersediaan oksigen sangat dipengaruhi oleh suhu, dan tingkat kejenuhannya tergantung pada kondisi suhu tersebut. Semakin tinggi suhu tingkat kejenuhannya akan semakin menurun. Demikian pula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

(Eisma, 1993). Pada profil *suspended solid* (gambar 2) di stasiun I, II dan III menunjukkan konsentrasi *suspended solid* terbesar pada bagian dasar perairan. Dilaporkan oleh Eisma (1993), untuk perairan danau yang dangkal pengaruh angin dan ombak akan menimbulkan arus dan menyebabkan partikel tetap tersuspensi dan selanjutnya pada periode yang tenang dengan mudah partikel tersuspensi akan mengendap ke bawah. Dengan cara demikian, maka konsentrasi *suspended solid* yang tinggi dapat dipertahankan di dasar perairan. Di stasiun I, II dan III perairannya lebih dangkal (20-35 meter) dibandingkan stasiun IV (52 meter).

Hasil analisa oksigen ( $O_2$ ) menunjukkan pada stasiun I berkisar antara 1,6 - 4,5 mg/l; stasiun 2: 1,0- 4,0 mg/l; stasiun 3: 0,7 - 4,8 mg/l; stasiun 4: 1,2-5,0 mg/l. Kisaran oksigen tersebut untuk kehidupan ikan menunjukkan kisaran kurang sampai cukup mendukung kehidupan ikan. Nilai oksigen yang kurang mendukung kehidupan ikan ditemukan dari kedalaman 10 m sampai dengan dasar perairan yakni berkisar 0,7 - 2,5 mg/l.



Keterangan gambar: ○ Stasiun I, ● Stasiun II, △ Stasiun III, ▲ Stasiun IV.

Gambar 2. Karakter fisik-kimia perairan danau Sentani

Oleh karena itu sering dilaporkan adanya kematian ikan, terutama pada jenis-jenis ikan dasar (Lukman & Fauzi, 1991). Sedangkan nilai kandungan oksigen pada lapisan permukaan (kedalaman 0-5 m) menunjukkan kisaran ambang batas sampai cukup mendukung kehidupan ikan yakni 3,4-5,0 mg/l. Menurut Sylvester (1958) dalam Wardoyo (1983), bahwa untuk mendukung kehidupan ikan yang layak kandungan oksigen tidak boleh kurang dari 4 mg/l. Sedangkan menurut Peraturan Pemerintah (1990) batas untuk kehidupan ikan tidak boleh kurang dari 3 mg/l.

Nilai terendah dijumpai pada dasar perairan, sedangkan kandungan oksigen yang lebih besar dijumpai pada lapisan atas atau permukaan perairan. Besarnya kandungan oksigen pada lapisan atas perairan dapat berkaitan dengan proses fotosintesa dari tumbuhan ataupun fitoplankton pada lapisan tersebut sedangkan rendahnya kandungan oksigen bagian dasar perairan berkaitan dengan penguraian bahan (material organik) yang berasal dari tumbuhan atau hewan yang mati dan tenggelam ke dasar perairan. Secara vertikal pola distribusi kandungan oksigen dapat dilihat pada gambar 2. Pola distribusi kandungan oksigen menunjukkan penurunan ke arah dasar perairan. Pola demikian menunjukkan atau mencirikan perairan eutrofik, seperti yang digambarkan oleh Goldman & Horn (1983), bahwa pada perairan yang eutrofik dicirikan oleh adanya penurunan kandungan oksigen dari permukaan ke arah dasar perairan atau menunjukkan profile oksigen *clinograde*.

Hasil pengukuran pH diperoleh nilai kisaran sebagai berikut: stasiun I: 6,99-7,56; stasiun II: 6,88 - 7,96; stasiun III: 7,01 - 8,27; stasiun 4: 7,13 - 8,03; stasiun V: 7,51- 7,91. Nilai pH ini menunjukkan perairan danau Sentani lebih bersifat alkali (basa). Kisaran nilai pH masih cukup baik untuk kehidupan ikan ataupun bahan baku air minum. Menurut Ellis yang dikutip Alabaster (1984), bahwa kisaran pH yang baik untuk populasi ikan adalah 6,7- 8,9. Sedangkan nilai pH yang dianjurkan untuk keperluan air minum adalah 6,5 - 8,5 (Peraturan Pemerintah, 1990). Nilai terendah pH dijumpai pada dasar perairan sedangkan nilai tertinggi dijumpai pada lapisan permukaan atau lapisan atas perairan. Besarnya kandungan pH pada lapisan atas berkaitan dengan proses fotosintesa fitoplankton pada lapisan atas perairan.

Rata-rata nilai pH pada stasiun III dan IV menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun I dan II. Hal ini diduga ada kaitannya dengan tingkat produktifitas stasiun III, IV dan stasiun I, II. Perbedaan ini juga terlihat dari perbedaan kandungan oksigen antara stasiun III, IV dan stasiun I, II khususnya pada lapisan permukaan perairan. Pada lapisan perairan dengan kedalaman 0 - 5 meter stasiun I memiliki kandungan oksigen 3,8 - 4,5 mg/l; stasiun II kandungan oksigen 3,4 - 4,0 mg/l; stasiun III : 4,6-4,8 mg/l; stasiun IV : 4,5 - 5,0 mg/l.

Kandungan CO<sub>2</sub> di stasiun I berkisar 2,20 - 3,52 mg/l; stasiun II berkisar 0,88 - 5,28 mg/l; stasiun III berkisar antara tidak terdeteksi - 3,52 mg/l; stasiun IV berkisar antara tidak terdeteksi - 5,28 mg/l; stasiun V berkisar antara tidak terdeteksi - 3,52 mg/l. Nilai kandungan CO<sub>2</sub> menunjukkan masih cukup baik untuk kehidupan ikan. Menurut Swingle *dalam* Wardoyo (1983), kandungan CO<sub>2</sub> bebas dalam perairan sebesar 12 mg/l sudah tidak aman bagi kehidupan ikan. Nilai terendah kandungan CO<sub>2</sub> dijumpai pada lapisan permukaan perairan, sedangkan nilai tertinggi dijumpai pada bagian dasar perairan.

Rendahnya kandungan CO<sub>2</sub> pada lapisan permukaan ada hubungannya dengan pengambilan oleh proses fotosintesa dari alga / tumbuhan air, sedangkan tingginya kandungan CO<sub>2</sub> pada lapisan dasar merupakan hasil dari proses penguraian bahan organik di dalam lapisan perairan sedimen. Hubungan antara produksi proses fotosintesa dengan pengambilan CO<sub>2</sub> di lapisan permukaan perairan serta pelepasan CO<sub>2</sub> oleh proses penguraian bahan organik di perairan dan sedimen telah diteliti oleh Olhe *dalam* Haris (1986). Oleh karena itu pola distribusi CO<sub>2</sub> secara vertikal seperti terlihat pada gambar 2 menunjukkan perairan Danau Sentani merupakan perairan yang eutrofik. Dari kandungan CO<sub>2</sub> yang tidak terdeteksi pada lapisan permukaan menunjukkan stasiun II dan IV merupakan perairan yang sangat eutrofik.

Kandungan nitrat di perairan danau Sentani berkisar 0,030 - 0,649 mg/l (Tabel 1). Nilai kandungan Nitrat tsb. masih memenuhi persyaratan baik untuk

kehidupan ikan ataupun keperluan air minum (Peraturan Pemerintah, 1990). Besarnya kandungan nitrat menurut kedalaman perairan di masing-masing stasiun menunjukkan profil yang berbeda (gambar 2). Di stasiun I, II, dan III konsentrasi nitrat berfluktuasi menurut kedalaman kandungan nitrat terbesar terdapat di bagian permukaan perairan, selanjutnya menurun dan meningkat kembali pada bagian dasar perairan. Besarnya kandungan nitrat pada bagian permukaan dan dasar perairan mungkin diperoleh dari masukan nitrat dari perairan sungai sekitarnya atau air hujan karena pada umumnya pada lapisan permukaan tidak menunjukkan konsentrasi yang tinggi disebabkan pemanfaatan nitrat oleh phytoplankton (Payne, 1986) demikian juga pada dasar perairan kandungan nitrat akan rendah, karena pada kondisi anaerob akan tereduksi menjadi nitrit. Di stasiun I dan II ada sungai-sungai besar yang masuk ke perairan danau demikian juga di stasiun III ada satu sungai yang melewati rawa dan masuk ke perairan danau.

Di stasiun IV menunjukkan suatu profil dimana pada permukaan konsentrasi nitrat rendah, konsentrasi maksimum pada kedalaman 10 meter dan selanjutnya mengalami penurunan konsentrasi ke arah dasar perairan. Dilaporkan oleh Schmidt dalam Payne (1986), profil konsentrasi nitrat demikian ditemukan pada perairan eutrofik, dimana pada daerah termoklin dimana terjadi kandungan nitrat yang maksimum, didefinisikan sebagai suatu zona dengan proses nitrifikasi dan denitrifikasi yang intensif. Pada stasiun II dan III konsentrasi nitrat terbesar pada bagian dasar perairan.

Kisaran kandungan nitrit pada masing-masing stasiun disajikan pada tabel 1. Kisaran kandungan nitrit pada seluruh kolom perairan adalah 1,055 - 4,005  $\mu\text{g/l}$ . Nilai kisaran kandungan nitrit masih dalam kisaran yang baik untuk kehidupan ikan ataupun keperluan air minum (Peraturan Pemerintah, 1990). Profil kandungan nitrit juga menunjukkan adanya fluktuasi mulai dari permukaan sampai dasar perairan. Menurut Goldman & Horn (1983), kandungan nitrit di dalam perairan sebagian diperoleh dari reduksi nitrat dan di dalam perairan tersedia dalam jumlah yang kecil. Pada perairan yang tidak ada oksigen akan dirubah menjadi amonia.

Nilai kisaran amonia pada masing-masing stasiun seperti tertera pada tabel 1. Kisaran kandungan amonia pada seluruh kolom perairan adalah < 20 - 419,785  $\mu\text{g/l}$ . Untuk kehidupan ikan nilai kisaran amonia tersebut menunjukkan kisaran yang masih mendukung sampai kondisi yang tidak mendukung kehidupan ikan. Sedangkan untuk kebutuhan air minum nilai kisaran amonia masih memenuhi syarat yang dianjurkan untuk golongan B (Peraturan Pemerintah 1990). Nilai terbesar kisaran kandungan amonia adalah stasiun I dan untuk stasiun lainnya kadar maksimum ditemukan pada sebagian kolom air. Sedangkan konsentrasi amonia menurut kedalaman perairan memberikan profil seperti pada gambar 2. Kandungan amonia ( $\text{N-NH}_3$ ) pada bagian atas perairan (kedalaman 0-15 m) khususnya di stasiun I, II, dan III menunjukkan gambaran profil yang berfluktuasi. Sedangkan kandungan amonia pada stasiun IV menunjukkan nilai yang rendah dan selanjutnya meningkat pada arah perairan yang lebih dalam. Nilai kandungan amonia yang berfluktuasi pada bagian permukaan (0-15 m) seperti pada stasiun I, II, dan III diduga disebabkan oleh pengaruh masukan amonia dari perairan sungai disekitarnya. Dilaporkan oleh Goldman & Horn (1983) bahwa sumber utama amonia adalah dari *inflow* (aliran masuk) sungai, hujan, atmosfer, atau fiksasi dari nitrogen. Pada gambar I terlihat disekitar stasiun I, II, dan III banyak aliran-aliran sungai yang masuk kedalam perairan tersebut. Pada stasiun IV disamping merupakan bagian perairan danau Sentani yang terlindung dan terdalam, tidak banyak aliran sungai yang masuk kedalam perairan. Oleh karena itu profil

kandungan ammonia menunjukkan nilai yang rendah dan stabil, kemudian meningkat pada bagian dalam perairan. Profil kandungan ammonia yang demikian menurut Goldman dan Horn (1983) mencirikan kondisi perairan yang eutrofik.

Kisaran konsentrasi Total Nitrogen (TN) perairan danau Sentani yakni 0,886 - 4,673 mg/l, sedangkan kisaran kandungan Total Phosphor (TP) adalah 0,108 - 0,151 mg/l (Tabel 1). Besarnya nilai kandungan TN dan TP tersebut menunjukkan perairan yang eutrofik. Batasan perairan eutrofik yang disajikan oleh OECD (1982) dalam Rayding dan Rast (1989) untuk TN adalah 16,2 - 386 µg/l, sedangkan untuk TP 393 - 6100 µg/l.

Kandungan TN menurut kedalaman menunjukkan profil yang berfluktuasi (gambar 2) seperti pada kandungan nitrat. Hal ini disebabkan oleh sifat salah satu bentuk nitrogen seperti nitrat yang mudah pindah melalui tanah dari lokasi sekitarnya selanjutnya masuk kedalam perairan, dan tidak seperti fosfat yang lebih banyak terikat didalam partikel tanah (Goldman & Horn, 1983). Konsentrasi TP menurut kedalaman menunjukkan profil yang tidak berfluktuasi dan menunjukkan profil yang tidak jauh berbeda antara permukaan dan dasar perairan (gambar 2). Seperti yang disebutkan diatas bahwa sifat fosfat berlawanan dengan nitrat yakni lebih banyak terikat didalam partikel tanah. Oleh karena itu sebenarnya konsentrasi fosfat yang tinggi ditemukan pada dasar perairan dan pada permukaan perairan akan tetap rendah karena disamping sifat fosfat yang terikat oleh partikel tanah, juga pemanfaatan oleh fitoplankton. Namun pada kondisi dasar perairan yang anaerobik ion fosfat yang terikat dalam tanah di dasar perairan akan terlepas ke lapisan perairan diatasnya (Payne, 1986). Melihat profil kandungan TP di perairan danau Sentani nampak juga adanya pelepasan ion fosfat dari dasar ke lapisan perairan diatasnya, mengingat perairan danau Sentani adalah perairan yang eutrofik dengan dasar perairan yang rendah kandungan oksigennya.

### Fitoplankton dan zooplankton

Hasil pengamatan fitoplankton dapat dilihat pada gambar 3. Pada umumnya jenis-jenis fitoplankton yang ditemukan dari kelompok Diatom (*Synedra* sp, *Melosira* sp dan *Navicula* sp), alga biru atau Cyanophyta (*Chroococcus* sp, *Microcystis* sp, *Aphanocapsa* sp, dan *Spirulina* sp), Chlorophyta (*Scenedesmus* sp, *Pediastrum* sp dan *Tetraedron minimum*) dan kelompok Euglenophyta (*Euglena* sp).

Komposisi fitoplankton menunjukkan adanya perbedaan antara komposisi fitoplankton di stasiun bagian wilayah timur (stasiun I dan II) dengan komposisi fitoplankton di stasiun bagian barat (stasiun III, IV, dan V). Di stasiun I dan II banyak ditemukan kelompok Diatom, dan *Euglena*. Sedangkan di stasiun III, IV, dan V banyak ditemukan kelompok Cyanophyta (alga biru) dan kelompok Chlorophyta. Hal ini bisa dipahami karena bila melihat beberapa sifat fisika dan kimia seperti konduktivitas, pH, CO<sub>2</sub>, dan ORP menunjukkan perbedaan diantara kedua wilayah perairan tersebut (Tabel 1). Gasse *et al.* (1983) dalam Harris (1986) melaporkan jenis-jenis *Melosira* sp banyak ditemukan di danau Afrika yang kandungan ionnya rendah. Jaworski *et al.* (1981) dalam Harris (1986) juga melaporkan bahwa beberapa jenis Diatom sensitif terhadap ketersediaan karbon (C) dan pH. Selanjutnya dilaporkan oleh Harris (1986) bahwa adanya kemampuan alga biru (Cyanophyta) untuk tumbuh pada pH yang tinggi dan mengakibatkan *blooming* pada akhir musim panas di perairan yang eutrofik.

### Di fusi 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,  $DO_{dusk}$  pada suhu tersebut,  $DO_{dusk}$  (pk. 18:00), dan tingkat (%) kejenuhan  $DO_{dusk}$  tersebut.

Tabel 6. Kondisi Rata-rata Suhu,  $DO$  jenuh,  $DO_{dusk}$ , dan Tingkat Kejenuhan  $DO_{dusk}$  di Tiga Stasiun Wilayah Bongas

| Kedalaman (m)           | Juni 1995 |      |      |      |      | Desember 1995 |      |      |      |      |
|-------------------------|-----------|------|------|------|------|---------------|------|------|------|------|
|                         | 0         | 1    | 2    | 3    | x    | 0             | 1    | 2    | 3    | x    |
| Suhu(°C)                | 27,7      | 27,7 | 27,5 | 27,2 | 27,5 | 27,1          | 27,0 | 26,1 | 25,7 | 26,5 |
| $DO_{jenuh}(mg/l)^*$    | 7,9       | 7,9  | 7,9  | 8,0  | 7,9  | 8,0           | 8,0  | 8,1  | 8,2  | 8,1  |
| $DO_{dusk}(mg/l)^{**}$  | 5,5       | 5,3  | 3,3  | 3,2  | 4,1  | 4,2           | 4,1  | 2,2  | 1,2  | 2,9  |
| $DO_{dusk}(\%)_{jenuh}$ | 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  $\geq 120\%$  difusi oksigen terjadi sebaliknya, yaitu dari air ke udara. Pada tingkat kejenuhan  $DO_{dusk}$  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 inipun didasarkan pula pada kondisi oksigen di wilayah Bongas ini, yaitu pada kedalaman  $\geq 3$  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.

| Waktu Pengamatan | Spesies Ikan | Volume Kolom Air (m <sup>3</sup> ) | Kondisi Oksigen (mg/l) | Laju Respirasi (mg/l/jam) |
|------------------|--------------|------------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Juni 1995        | Mas          | 3                                  | 0,3                    | 0,3                       |
|                  |              |                                    | 1,5                    | 0,3                       |
| Desember 1995    | Mas          | 3                                  | 0,3                    | 0,3                       |
|                  |              |                                    | 1,5                    | 0,3                       |

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 <sub>2</sub> ) | 3.593.772 | 2.990.198     |
| Respirasi Ikan Nila    | (g O <sub>2</sub> ) | 696.038   | 599.086       |
| Respirasi Total        | (g O <sub>2</sub> ) | 4.289.855 | 3.589.284     |
| Vol.Kolom Air (d=3m*)  | (m <sup>3</sup> )   | 4.437.855 | 2.939.400     |
| Resp. Ikan per Wilayah | (mg/l)              | 0,967     | 1,221         |

\*)Vol.kolom air = luas wilayah x kedalamanjaring 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/m<sup>2</sup>/jam. Nilai ini adalah yang dianjurkan oleh Boyd (1982) yang bersumber dari median beberapa studi. Dengan demikian organisme lumpur akan mengkonsumsi oksigen 61 mg/l/m<sup>2</sup> /jam x 12 jam periode gelap = 732 mg/m<sup>2</sup>. Untuk wilayah perairan Bongas, karena kedalaman substrat dasar diasumsikan dengan kedalaman jaring apung (d=3m), maka laju konsumsi organisme lumpur untuk bulan Juni dan Desember adalah sama, yaitu 737 mg/m<sup>2</sup>: 3 m = 244 mg/m<sup>3</sup> = 0,244 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 (° C) | Respirasi mg/l O <sub>2</sub> |
|----------|------|------------|------------|-------------------------------|
| 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<sub>t</sub>), dapat di lihat pada tabel 9.

Tabel 9. Kondisi  $DO_t$ ,  $DO_{nyata}$  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 pencampuran 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 ( $DO_t$  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.
- Brahmana, 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.
- Kleppel, 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 Keramba 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*. Balitkantar - 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.