

PENGUKURAN KONSUMSI OKSIGEN BENIH IKAN KERAPU BEBEK (*Cromileptes altivelis*) DENGAN CLOSED RESPIROMETER SEDERHANA

(Measurement of Oxygen Consumption for Humpback Grouper (*Cromileptes altivelis*)
with Simple Closed Respirometer)

Y. Novita, B.H. Iskandar¹⁾, B. Murdiyanto¹⁾, B. Wiryawan dan Hariyanto¹⁾

1) Mahasiswa Program Doktor SPS IPB PS Teknologi Perikanan Tangkap

ABSTRACT

In general, measurement of fish oxygen consumption level is carried out by using respirometer. But in Indonesia, this respirometer has not been commonly used due to its expensive especially for fish. Based on that, researchers have tried to make a simple respirometer that can be used for measuring oxygen consumption level of fish. In this research, juveniles of humpback grouper (*Cromileptes altivelis*) with length size of 5 – 7 cm were used as objects of the research. The result showed that, the constructed-respirometer could be used for measuring dissolved oxygen concentration in the water where juveniles were placed. Furthermore, by applying Schreck and Moyle (1990) equations, the measured of oxygen consumption level of a juvenile is 0.748 mgO₂/hour/juvenile or if it is based on weight is 0.212 mgO₂/gr/hour.

Keywords: oxygen consumption level and respirometer

PENDAHULUAN

Schreck and Moyle (1990) mengemukakan bahwa respirasi pada ikan adalah proses mengambil oksigen dari lingkungan dan mengeluarkan gas buang ke lingkungan. Mengukur respirasi ikan sering kali dapat menjelaskan bagaimana seekor ikan merespon kondisi lingkungan di sekitarnya, sehingga secara tidak langsung, metabolisme ikan dapat diketahui. Metabolisme pada ikan dapat dikategorikan sebagai standar, *resting routine*, *routine*, *swimming* dan *active*. *Standart metabolism* (basal, *maintenace*, atau istirahat) adalah kebutuhan minimum ikan untuk tetap bertahan hidup. *Resting routine metabolism* adalah kebutuhan untuk ikan yang diam, akan tetapi tidak lebih dari 24 jam. *Routine metabolism* adalah kebutuhan ikan, termasuk untuk melakukan gerakan spontan. *Swimming metabolism* adalah kebutuhan ikan saat melakukan gerakan berenang. *Active metabolism* adalah kebutuhan maksimum yang dihubungkan dengan kecepatan berenang yang kontinyu.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengukur tingkat konsumsi oksigen ikan seperti yang dilakukan oleh Zimmermann and Kunzmann (2001), Grøttum and Sigholt (1998) dan Fivelstad and Smith (1991), Berg et al (1993), Kazakor and Khalyapina (1981) dalam Grøttum and Sigholt (1998) dengan menggunakan *respirometer*. Bahkan dari hasil pengukuran tersebut telah dihasilkan model konsumsi oksigen untuk menentukan volume oksigen yang dibutuhkan oleh individu ikan. Terdapat dua tipe respirometer yaitu respirometer tertutup (*closed respirometers*), dimana tidak terjadi pergantian air di dalam media respirometer, jika pun terjadi perubahan sangatlah kecil. Kedua adalah respirometer terbuka (*opened respirometers*), dimana terjadi pergantian air di dalam media respirometer.

Di Indonesia, respirometer untuk mengukur konsumsi biota laut masih sulit diperoleh. Hal ini dikarenakan harga respirometer yang cukup mahal dan sulit diperoleh. Biasanya respirometer tersebut harus diimport dari luar negeri. Peneliti mencoba

mencari informasi tentang harga respirometer tersebut, dan diperoleh informasi bahwa harga 1 unit respirometer mencapai 22.500 USD (jenis *static respirometer*). Hingga akhirnya peneliti mencoba membuat respirometer sederhana dengan sistem tertutup (*closed respirometer*). Prinsip kerja respirometer tersebut adalah dengan mengukur konsentrasi oksigen terlarut (*dissolved oxygen/DO*) dalam air dimana ikan yang akan diukur berada. Pengurangan DO dalam air menunjukkan adanya penggunaan oksigen oleh makhluk hidup yang ada di dalamnya. Berdasarkan hasil konsultasi pribadi dengan Prof. Andreas Kunzmann dalam sebuah pelatihan tentang konsumsi oksigen bulan Oktober 2009, ukuran tabung respirometer dan sistem respirometer yang digunakan tergantung kepada jenis dan ukuran ikan yang akan diukur. Untuk jenis ikan yang bersifat aktif, disarankan untuk menggunakan *swimming respirometer*. Adapun untuk jenis ikan yang pasif atau cenderung pasif disarankan untuk menggunakan *static respirometer*. Dalam penelitian ini akan digunakan benih ikan kerapu bebek sebagai objek yang akan diukur konsumsi oksigennya. Oleh karena itu, respirometer yang akan dikaji sistem kerjanya adalah *static respirometer* sistem tertutup. Adapun tujuan penelitian sebagai berikut:

- 1) Mendeskripsikan prinsip kerja dari *closed respirometer* sederhana,
- 2) Menentukan tingkat konsumsi ikan kerapu bebek (*Chromileptes altivelis*) ukuran panjang benih 5 – 7 cm.

Pengukuran konsumsi oksigen ikan dapat dilakukan dengan menggunakan respirometer sederhana.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan selama satu bulan, yaitu pada bulan Desember 2009 di Laboratorium Desain dan Dinamika Kapal, Bagian Kapal dan Transportasi Perikanan, Departemen PSP FPIK IPB.

2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan terdiri atas:

- 1) 2 buah tabung kaca yang masing-masing tabung berukuran 2,04 liter.
- 2) DO meter, merk Lutron: tipe YK-2001PH (1 unit)
- 3) *Waterpump* dengan kekuatan: 400 liter/jam (*water flow*) (1 unit)
- 4) Aerator (1 unit)
- 5) Selang dengan Ø 5 mm

Bahan yang digunakan terdiri dari air laut dan ikan kerapu bebek dengan ukuran panjang antara 5 – 7 cm.

2.2. Jenis data yang digunakan

- 1) nilai oksigen terlarut (DO) dalam air (mg O₂/liter) saat awal dan akhir pengukuran
- 2) Suhu air laut dalam respirometer (°C)
- 3) Suhu ruang (°C)

2.4. Persamaan matematis

Persamaan Schreck dan Moyle (1990) digunakan untuk memperoleh nilai laju konsumsi oksigen ikan. Persamaan yang digunakan adalah:

$$KO = \frac{(DO_0 - DO_1) \times V}{T}$$

(1)

Keterangan:

KO = kecepatan konsumsi O₂ (mg O₂/menit)DO₀ = oksigen terlarut saat awal pengukuran (mg O₂/ltr)DO₁ = oksigen terlarut saat akhir pengukuran (mg O₂/ltr)

V = Volume air dalam tabung respirometer

T = waktu pengukuran (menit)

Beberapa penelitian tentang pengukuran konsumsi oksigen ikan telah menghasilkan beberapa model konsumsi oksigen ikan. Diantaranya adalah:

- 1) Schroeder (1975) dalam Boyd (1982), persamaan umum untuk menghitung konsumsi oksigen ikan pada suhu 20-30 °C:

$$Y = 0,001 \times W^{0,82} \quad \dots\dots\dots (2)$$

dimana: Y = konsumsi oksigen per ikan (gram berat/jam)

W = berat ikan (gram)

- 2) Kazakov dan Khalyapina (1981) dalam Grøttum and Sigholt (1998), yang menghasilkan persamaan untuk menghitung konsumsi oksigen ikan berukuran berat antara 1 – 13 kg dengan menggunakan respirometer:

$$VO_2 = 49 \times w^{-0,16} \quad \dots\dots\dots (3)$$

dimana: VO₂ = konsumsi oksigen (mg O₂/kg berat/jam)

w = berat ikan (kg)

- 3) Christiansen et al (1991) dalam Grøttum and Sigholt (1998), menghasilkan persamaan untuk menghitung konsumsi oksigen ikan sebagai berikut:

$$VO_2 = 82,9 \times w^{-0,2} \times 1,07^t \quad \dots\dots\dots (4)$$

dimana: VO₂ = konsumsi oksigen (mg O₂/kg berat/jam)

w = berat ikan (kg)

t = suhu air (°C)

- 4) Grøttum and Sigholt (1998), menghasilkan persamaan untuk menghitung konsumsi oksigen ikan:

$$VO_2 = 62,5 \times w^{-0,30} \times 1,06^t \quad \dots\dots\dots (5)$$

dimana: VO₂ = konsumsi oksigen (mg O₂/kg berat/jam)

w = berat ikan (kg)

t = suhu air (°C)

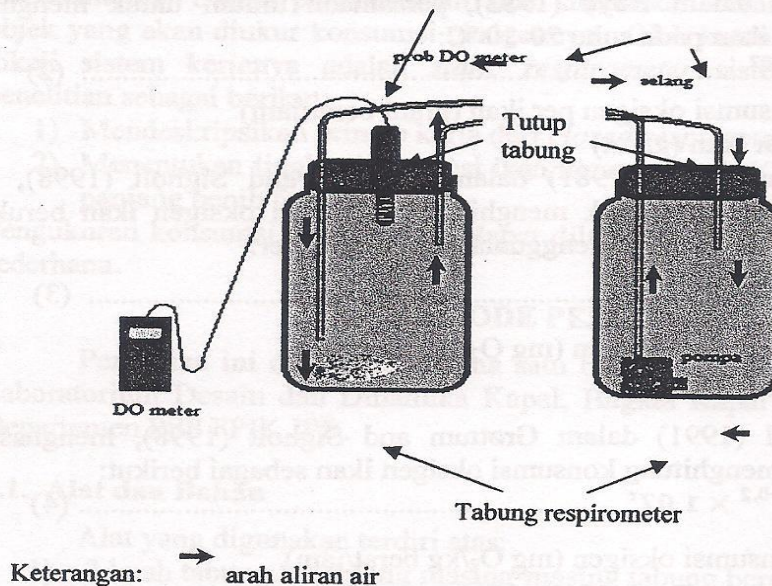
HASIL DAN PEMBAHASAN

Prinsip kerja respirometer

Prinsip kerja respirometer yang dirancang adalah dengan mengukur pengurangan konsentrasi oksigen terlarut pada air yang terdapat ikan di dalamnya selama periode waktu tertentu. Pengukuran konsentrasi oksigen terlarut dilakukan dengan menggunakan DO meter merk Lutron, tipe YK-2001PH. DO meter tersebut dapat menghasilkan nilai pengukuran hingga 1 angka di belakang koma (0,0). Respirometer ini dirancang terdiri

atas dua unit tabung air yang dilengkapi dengan pipa penghubung. Tabung air unit pertama berisi ikan dan air, sedangkan tabung air unit kedua berisi air dan pompa air untuk membuat aliran air di antara kedua tabung tersebut. Hal ini disebabkan karena DO meter yang digunakan baru dapat bekerja dengan baik apabila dioperasikan pada volume air yang terdapat aliran air di dalamnya. Penempatan pompa air dalam tabung yang terpisah dari tabung yang berisi ikan, dimaksudkan agar ikan tidak terganggu dan menderita stres akibat bekerjanya pompa. Bentuk respirometer yang digunakan disajikan pada Gambar 2.

Prinsip kerja respirometer yang dibuat adalah memindahkan sejumlah volume air dari satu tabung ke tabung lainnya sehingga terjadilah aliran air. Pada tabung yang terdapat ikan telah terpasang DO meter, sebagai alat pengukur konsentrasi oksigen terlarut dan suhu air laut pada setiap waktu.



Gambar 2. Respirometer sederhana

Tahapan pengukuran konsumsi oksigen ikan adalah sebagai berikut:

- 1) Kedua buah tabung respirometer diisi penuh dengan air laut (@ 2,24 liter), dan salah satu tabung telah dipasangkan pompa air di dalamnya.
- 2) Ikan dimasukkan ke dalam tabung respirometer yang tidak terdapat pompa di dalamnya.
- 3) Air laut di dalam kedua tabung selanjutnya diaerasi hingga konsentrasi oksigen terlarutnya mencapai nilai tertentu. Pada penelitian ini, nilai oksigen terlarut yang dicapai di awal pengukuran adalah 6,8 mg O_2 /liter.
- 4) Kedua tabung respirometer selanjutnya ditutup rapat. Tutup yang digunakan adalah tutup yang kedap sehingga tidak memungkinkan adanya udara dan air yang masuk atau keluar dari dalam tabung. Diusahakan tidak terdapat ruang atau gelembung udara di dalam kedua tabung.

- 5) Pengukuran oksigen terlarut dan suhu air laut dilakukan di awal pengukuran. Pada penelitian ini, pengukuran oksigen terlarut dan suhu air dilakukan dalam setiap 10 menit dan berakhir setelah 2 jam (120 menit) pengamatan. Pengukuran suhu ruang juga dilakukan untuk memastikan bahwa perubahan suhu air di dalam tabung respirometer tidak dikarenakan suhu ruang.
- 6) Selanjutnya dengan menggunakan persamaan no (1), Schreck dan Moyle (1990), konsumsi oksigen ikan dapat dihitung.

Pengukuran Oksigen Terlarut

Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran pada dua kondisi, yaitu:

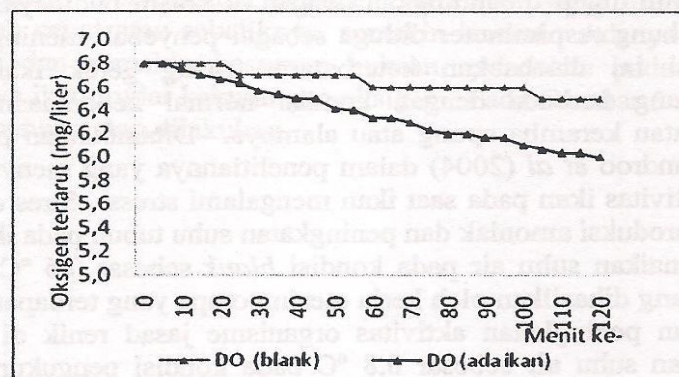
- 1) Kondisi tanpa ikan (kondisi *blank*)
- 2) Kondisi dengan ikan

Pengukuran kondisi *blank* dimaksudkan sebagai pengkoreksi agar dapat memperoleh hasil pengukuran konsentrasi oksigen terlarut yang hanya diakibatkan oleh respirasi ikan. Sebagaimana diketahui, dalam air selain terdapat biota yang berukuran besar seperti ikan, juga terdapat biota yang berukuran kecil bahkan berukuran nano, seperti bakteri, plankton dan sebagainya. Adapun pengukuran pada kondisi dengan ikan dilakukan terhadap 3 ekor ikan kerapu bebek yang berbeda dengan berat tubuh yang relatif sama. Hal ini dimaksudkan agar setiap ikan yang digunakan dalam setiap pengukuran konsumsi oksigen ikan tidak terbiasa dengan kondisi di dalam tabung respirometer, sehingga dapat membiaskan data yang diperoleh. Ketiga ikan yang digunakan masing-masing memiliki panjang dan berat sebagaimana tertera pada Tabel 1.

Tabel 1 Panjang dan berat ikan sampel

Sampel	Panjang (cm)	Berat (gram)
Ikan 1	6,5	3,47
Ikan 2	6,6	3,55
Ikan 3	6,8	3,58

Hasil pengukuran oksigen terlarut pada kondisi *blank* dan kondisi ada ikan dapat dilihat pada Gambar 3. Grafik yang terdapat pada Gambar 3 merupakan hasil rata-rata dari tiga kali pengukuran pada setiap kondisi pengukuran (kondisi *blank* dan kondisi ada ikan).

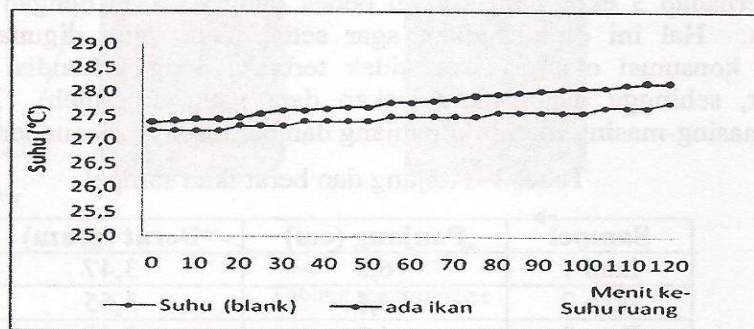


Gambar 3 Hasil pengukuran oksigen terlarut selama 120 menit

Pada gambar tersebut di atas terlihat bahwa pada pengukuran tanpa ikan (kondisi *blank*) dan dengan ikan terjadi penurunan oksigen terlarut di dalam tabung respirometer. Pada pengukuran kondisi *blank*, pengurangan oksigen selama 120 menit mencapai 0,3 mg O₂/liter. Pada kondisi ada ikan terjadi pengurangan oksigen sebesar 0,8 mg O₂/liter. Pengurangan konsentrasi oksigen pada kedua kondisi pengukuran menunjukkan adanya penggunaan oksigen oleh makhluk hidup di dalam tabung respirometer. Pengurangan konsentrasi oksigen pada pengukuran kondisi *blank* diduga karena adanya aktivitas jasad renik di dalam air seperti bakteri, plankton atau lainnya yang juga mengkonsumsi oksigen.

Pengukuran Suhu Air

Hasil pengukuran suhu air selama pengukuran oksigen terlarut disajikan pada Gambar 4. Pada Gambar 4 terlihat bahwa dari tiga kali pengukuran kondisi *blank* dan tiga kali pengukuran kondisi ada ikan terjadi peningkatan suhu air mulai dari awal pengukuran hingga akhir pengukuran. Lain halnya pada suhu ruang, terlihat tidak terjadi perubahan suhu ruang. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan suhu air pada tabung respirometer tidak dipengaruhi oleh suhu ruang.



Gambar 4 Hasil pengukuran suhu air selama 120 menit

Pada pengukuran kondisi *blank*, peningkatan suhu air dalam 120 menit mencapai 0,6 °C dan pada kondisi ada ikan peningkatan suhu air mencapai 0,8 °C. Grøttum and Sigholt (1998) menyebutkan bahwa metabolisme individu ikan dalam tabung respirometer lebih tinggi dibandingkan dengan di kolam budidaya. Tingkat stres yang tinggi dalam tabung respirometer diduga sebagai penyebab meningkatnya metabolisme ikan. Kondisi ini disebabkan keterbatasan ruang gerak ikan di dalam tabung respirometer yang berbeda dengan kondisi normal keberadaan ikan baik di bak penampungan atau keramba apung atau alamnya. Ditambahkan pula oleh Inoue *et al* (2008) dan Chandroo *et al* (2004) dalam penelitiannya yang menyatakan bahwa terjadi peningkatan aktivitas ikan pada saat ikan mengalami stress. Stres dapat mengakibatkan meningkatnya produksi amoniak dan peningkatan suhu tubuh pada ikan.

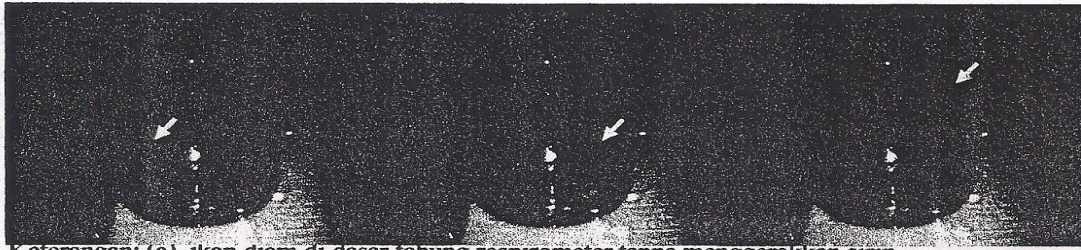
Pada kenaikan suhu air pada kondisi *blank* sebesar 0,6 °C diduga dikarenakan adanya panas yang dihasilkan oleh kerja mesin pompa yang terdapat di salah satu tabung respirometer dan peningkatan aktivitas organisme jasad renik di dalam air tersebut. Adapun kenaikan suhu air sebesar 0,8 °C pada kondisi pengukuran ada ikan, diduga karena adanya kontribusi dari panas yang dihasilkan kerja mesin pompa serta adanya peningkatan aktivitas ikan selain jasad renik yang ada. Secara sederhana, dapat

dikatakan bahwa kenaikan suhu air laut yang diakibatkan oleh peningkatan aktifitas ikan adalah sebesar 0,2 °C selama 120 menit/2 jam atau sekitar 0,1 °C per jam. Kenaikan suhu air dalam tabung respirometer tidak dipengaruhi oleh perubahan suhu ruangan, dikarenakan tidak ada perubahan suhu ruangan selama pengukuran dilaksanakan, yaitu 27 °C.

Tingkah Laku Ikan

Tingkah laku ikan juga diamati selama pengukuran konsumsi oksigen berlangsung. Tingkah laku ikan umumnya pada menit-menit di awal pengamatan lebih banyak diam di dasar tabung respirometer tanpa adanya gerakan sirip dan tidak berpindah posisi. Berdasarkan pengamatan terhadap gerakan *operculum*, rata-rata di menit-menit awal pengamatan setiap gerakan *operculum* mulai dari terbuka kemudian tertutup lagi membutuhkan waktu 0,656 detik/gerakan. Pada menit ke-20, ikan mulai nampak melakukan aktivitas sesaat seperti berpindah tempat dengan gerakan seperti gerakan spontan, kemudian kembali diam di dasar. Pada menit ke-30 barulah ikan mulai melakukan aktivitas berenang ke kolom tabung, kemudian kembali ke dasar. Setelah satu jam, ikan mulai melakukan aktivitas berenang ke permukaan dan bertahan di posisi tersebut untuk waktu lebih kurang 1-2 detik kemudian kembali turun. Aktivitas tersebut mulai sering dilakukan, setelah 1,5 jam pengamatan. Terkadang ikan melakukan gerakan berenang naik-turun berulang kali hingga 4 – 5 kali dalam satu kesempatan.

Pada akhir pengamatan, waktu yang dibutuhkan oleh *operculum* mulai dari membuka hingga menutup lagi rata-rata sebesar 0,951 detik/gerakan. Hal ini disebabkan karena *operculum* membuka lebih lebar dibandingkan di awal pengamatan. Peneliti juga mencoba melakukan pengamatan gerakan *operculum* ikan di bak penampungan dalam kondisi normal. Terlihat pada kondisi normal, gerakan *operculum* benih ikan kerapu dengan ukuran yang sama dengan yang diteliti, memiliki gerakan yang lebih cepat, sehingga peneliti sulit untuk menghitung kecepatan gerak *operculum* ikan tersebut. Diduga kecepatan gerak *operculum* ikan di bak penampungan lebih cepat dibandingkan dengan kecepatan gerak *operculum* di awal pengamatan pada ikan di dalam tabung respirometer. Semakin lamanya waktu yang dibutuhkan oleh *operculum* untuk membuka hingga menutup kembali, menunjukkan adanya upaya yang lebih keras lagi dari ikan tersebut untuk menyaring oksigen dari air yang berada di sekitarnya. FishVet.Inc (2000), menyatakan bahwa terdapat beberapa tingkatan stres, yaitu *escape*, *adapt*, *fatigue*, dan *exhaustion*. Keempat tingkatan stres tersebut ditandai dengan meningkatnya gerakan *operculum* pada ikan. Peningkatan gerakan *operculum* yang dimaksud bisa berupa semakin bertambah cepat atau sebaliknya, semakin lambat. Adanya upaya ikan untuk berenang ke atas dan semakin besarnya bukaan *operculum* pada ikan, dapat pula menandakan bahwa ikan mulai kekurangan oksigen. Pada Gambar 5 disajikan beberapa kondisi ikan saat pengamatan dilakukan.



Keterangan: (a) ikan diam di dasar tabung respirometer tanpa menggerakkan sirip
(b) ikan berenang di dasar tabung respirometer
(c) ikan berenang ke arah atas tabung respirometer

Gambar 5 Tingkah laku ikan selama pengamatan

3.4. Konsumsi Oksigen

Berdasarkan rumus yang dikemukakan oleh Schreck dan Moyle (1990), nilai konsumsi oksigen pada kondisi respirometer ada ikan, rata-rata sebesar 1,632 mg O₂/jam. Nilai konsumsi oksigen yang dihasilkan merupakan nilai konsumsi oksigen yang digunakan oleh ikan dan jasad renik yang ada di sekitar ikan tersebut. Berdasarkan pengukuran pada kondisi *blank*, diperoleh nilai konsumsi oksigen sebesar 0,884 mg O₂/jam. Nilai konsumsi oksigen hasil pengukuran pada kondisi *blank* menunjukkan nilai konsumsi oksigen yang digunakan oleh jasad renik yang ada di dalamnya. Jika kedua nilai tersebut dihubungkan, maka nilai konsumsi oksigen untuk ikan saja adalah sebesar 0,748 mg O₂/jam atau jika berdasarkan berat tubuh ikan adalah sebesar 0,212 mg O₂/gram berat/jam.

Pada Tabel 2 disajikan beberapa nilai konsumsi oksigen ikan, baik yang diperoleh melalui persamaan matematis (persamaan 1 – 5) maupun hasil penelitian. Pada tabel tersebut terlihat bahwa nilai konsumsi oksigen untuk ikan jenis kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) yang sama, tetapi jika menggunakan persamaan yang berbeda, akan menghasilkan nilai konsumsi oksigen yang berbeda. Zimmermann dan Kunzmann (2001) menyatakan bahwa jenis ikan (termasuk ukuran dan tingkah laku ikan) dan metode penelitian (jenis respirometer, suhu air, tujuan pengukuran konsumsi oksigen terkait dengan metabolisme) memiliki pengaruh kepada nilai konsumsi oksigen yang dihasilkan.

Nilai konsumsi oksigen yang dihasilkan dengan menggunakan persamaan 3, 4 dan 5, jauh lebih besar dibandingkan dengan persamaan 1, walaupun yang digunakan adalah ikan yang sama yaitu *Cromileptes altivelis*. Hal ini bisa dipahami karena persamaan 3, 4 dan 5 diperoleh dari hasil penelitian terhadap *Salmo salar* (Atlantic salmon) yang merupakan ikan yang ukurannya lebih besar, perenang cepat dan terbiasa hidup di perairan dengan suhu kurang dari 15 °C. Pada saat pengukuran, ikan pun dalam kondisi dapat berenang bebas dikarenakan menggunakan respirometer jenis *swimming respirometer*. Oleh karena itu nilai konsumsi oksigen yang dihasilkan adalah konsumsi oksigen yang dibutuhkan untuk *Salmo salar* berenang (*swimming metabolism*). Lain halnya jika menggunakan persamaan 2, nilai konsumsi oksigen kerapu bebek yang diperoleh lebih kecil dibandingkan dengan yang diperoleh oleh peneliti. Kondisi ini dimungkinkan karena persamaan matematis yang dihasilkan oleh Schroeder (1975) dalam Boyd (1982) adalah pengukuran konsumsi oksigen standar atau yang disebut dengan *standart O₂ consumption* (SOC). SOC merupakan tingkat konsumsi oksigen yang dibutuhkan oleh ikan untuk kebutuhan dasar (*basal metabolism*), yaitu kebutuhan

oksigen untuk bertahan hidup. Maksudnya disini adalah kebutuhan oksigen hanya untuk respirasi. Oleh karena itu, dalam penelitian tersebut ikan dikondisikan *rest*.

Kondisi ikan yang tidak terlalu dikondisikan "*rest*" mengakibatkan nilai konsumsi oksigen yang dihasilkan diduga merupakan konsumsi oksigen yang dibutuhkan oleh ikan untuk minimal kebutuhan *resting routine metabolism*. Idealnya tabung respirometer yang digunakan harus memiliki ukuran yang dapat mengakibatkan ikan tidak terlalu dapat berenang bebas. Selama pengukuran dilakukan, ikan masih dapat sedikit berenang. Apabila ikan melakukan aktivitas, maka tidak dapat dikatakan ikan dalam kondisi *rest*. Jika ikan tidak dalam kondisi *rest*, maka nilai konsumsi oksigen yang dihasilkan bukanlah merupakan konsumsi oksigen standar atau disebut dengan *standart O₂ consumption* (SOC). Hal ini disebabkan ukuran tabung respirometer masih memungkinkan ikan dapat berenang di dalamnya. Nilai konsumsi oksigen yang diperoleh peneliti yang hampir mendekati nilai konsumsi oksigen yang diperoleh dengan cara menggunakan persamaan 2, memberikan dugaan bahwa persamaan 2 dapat digunakan untuk mengukur konsumsi oksigen benih ikan kerapu ukuran panjang 5 – 7 cm. Dengan catatan bahwa nilai konsumsi oksigen yang diperoleh dengan menggunakan persamaan 2 adalah merupakan nilai SOC.

KESIMPULAN

Berdasarkan prinsip kerjanya, respirometer sederhana yang dirancang, dapat digunakan untuk mengukur konsumsi oksigen ikan dengan cara mengukur konsentrasi oksigen terlarut di air dimana ikan berada. Selain itu, pengamatan tingkah laku ikan dapat juga diamati selama pengukuran berlangsung.

Nilai konsumsi oksigen untuk ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) ukuran panjang 5 – 7 cm adalah sebesar 0,748 mg O₂/jam atau jika berdasarkan berat tubuh ikan adalah sebesar 0,212 mg O₂/gram berat/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Bailey, D.M., A.J. Jamieson, P.M. Bagley, M.A. Collins dan I.G. Priede. 2002. Measurement of in Situ Oxygen Consumption of Deep-sea Fish Using an Autonomous Lander Vehicle. Vol. 49: 1519-1529.
- Berg, A., A. Danielsberg and A. Seland. 1993. Oxygen Demand for Postmolt Atlantic Salmon (*Salmo salar* L). Fish Farming Technology. Rotterdam. P: 297-300.
- Boyd, C.E. 1982. Water Quality Management for Pond Fish Culture. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, Oxford, New York. 318 hal.
- Chandaroo, K.P., L.J.H. Duncan dan R.D. Moccia. 2004. Can fish suffer?: perspectives on sentience, pain, fear and stress. Applied Animal Behaviour Science. Vol. 86(2004): 225 – 250.
- FishVet.Inc. (2000). Fish Stress and Disease Overview. www.fishvet.com. Diunduh tanggal 2 Oktober 2009.
- Fivelstad, S. and M.J. Smith. 1991. The Oxygen Consumption Rate of Atlantic Salmon (*Salmo salar* L) reared in a Single Pass Landbased Seawater System. Aquacultural Engineering. Vol. 10: 227-235
- Grøttum, J.A. and T.Sigholt. 1998. A model for Oxygen Consumption of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Based on Measurements of individual fish in a Tunnel Respirometer. Aquacultural Engineering. Vol. 17: 241-251.

- Inoue, L.A.K.A., G. Moraes, G.K. Iwama dan L.O.B. Afonso. 2008. Physiological stress responses in the warm-water fish matrinxa (*Brycon amazonicus*) subjected to a sudden cold shock. *Acta Amazonica*, Vol 38(3) 2008: 603-610.
- Leung, K.M.Y., J.C.W. Chu dan R.S.S. Wu. 1999. Effects of Body Weight, Water Temperature and Ration Size (*Epinephelus areolatus*) and Mangrove snapper (*Lutjanus argentimaculatus*). *Aquaculture*. Vol. 170: 215-227.
- Schreck, C.B. and P.B. Moyle. 1990. *Methods for Fish Biology*. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland, USA. 684 hal.
- Zimmermann, C. and A. Kunzmann. 2001. Baseline Respiration and Spontaneous Activity of Sluggish Marine Tropical Fish of The Family Scorpaenidae. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 219: 229-239.