Full Paper

PERKIRAAN PADAT TEBAR OPTIMUM BERDASARKAN KEBUTUHAN OKSIGEN TERLARUT PADA IKAN KERAPU TIKUS (*Epinephelus cromileptes*) DAN KERAPU MACAN (*Epinephelus fuscogutattus*)

THE OPTIMUM STOCKING DENSITY ESTIMATION BASED ON DISSOLVED OXYGEN BUDGED FOR GRACE KELLY GROUPER (*Epinephelus cromileptes*) AND TIGER GROUPER (*Epinephelus fuscogutattus*)

Arif Dwi Santoso[*)♠)] dan Wahyu Purwanta[*)]

Abstract

The objective of this research was to find out the optimum stocking density of Grace Kelly grouper (*Epinephelus cromileptes*) and Tiger grouper (*Epinephelus fuscogutattus*) based on the dissolved oxygen budged.The experiment of fish respiration and general oceanographic surveys were conducted in aquaculture area of Hurun Bay, Lampung, in June 2003. The main equipment, namely transparant fish chamber that equipped with dissolved oxygen (DO), temperature sensor and a pump were constructed to measure the DO consumption of groupers. Environmental parameters of Hurun Bay estuary, such as DO, temperature, water-river supply, turbidity, salinity and water current were monitored at the site of 13.5 m^3 floating net cage. The range and average of DO inside the cage was 3.68 – 6.76 (5.35) mg/L with water temperature 28.64 – 29.72 (29.09)^{0}C, salinity 32.69 – 33.0 (32.94)$^0/_{00}$ and turbidity 0.27 – 13.62 (1,15) NTU, respectively. Inflow water rate of cage was 72 m^3/hr and current velocity 2.3 - 5.1 cm/s. The respiration rate of juvenile and smaller were higher than adult fish. The exponential functions of optimum stocking density was found for *E. cromileptes* and *E. fuscogutattus* $Y = 2806 X^{-0.8924}$ and $Y = 1505.6 X^{-0.632}$, respectively. There are two ways in order to increase stocking density, namely extention in area and increasing in volume of cage. On the base of DO budged, an estimation optimum stocking density for *E. cromileptes* was 134 ind/m^3 for fish 50 g in average, 32 ind/m^3 for fish 200 g and 8 ind/m^3 for fish more than 1200 g. Meanwhile the optimum stocking density for *E. fuscogutattus* was 176 ind/m^3 for fish 50 g in average, 63 ind/m^3 for fish 200 g and 17 ind/m^3 for fish more than 1200 g.

Key words : stocking rate, grouper, DO budged

Pengantar

Dalam sistem budidaya ikan di keramba jaring apung (KJA) atau dengan media lainnya, penentuan padat penebaran (*stocking rate*) pada setiap tahapan pembenihan maupun pembesaran ikan merupakan kegiatan yang sangat menentukan dalam menunjang keberhasilan usaha budidaya tersebut (Boyd, 1990; Fukuda, *et al.*, 1966 dan Kaspriyo, *et al*.,2004). Penerapan padat penebaran yang tepat selain akan mencegah kondisi lingkungan budidaya yang buruk juga akan memberi kesempatan yang cukup baik bagi biota budidaya dalam memanfaatkan pakan, oksigen dan ruang budidaya secara optimal, sehingga pertumbuhan ikan budidaya berjalan secara optimal pula.

[*)] Pusat Teknologi Lingkungan-BPPT. Gedung II BPPT Lantai 19, Jl. M.H. Thamrin No. 8 Jakarta 10340
[♠)] Penulis untuk korespondensi : Email: arif74@webmail.bppt.go.id

Copyright©2008, Jurnal Perikanan (*Journal of Fisheries Sciences*) All Rights Reserved

Fukuda *et al*., (1966) telah berhasil membuat model untuk memperkirakan padat penebaran ikan ekor kuning (*Seriola quinquerradiata*) di kolam laut berdasarkan perbedaan kualitas pasokan air masuk dan keluar. Pada akhir penelitiannya, ia menyarankan untuk menyempurnakan modelnya dengan memperhitungkan faktor perubahan oksigen terlarut yang terjadi dalam kolam.

Keberhasilan Fukuda diteruskan oleh Inoue (1974) yang berhasil membuat sebuah model untuk memprediksi padat penebaran dengan memperhatikan perubahan konsentrasi oksigen terlarut. Model tersebut menyatakan bahwa variabel oksigen terlarut adalah variabel yang penting dalam penentuan padat penebaran.

Kandungan oksigen dalam air dan kebutuhan ikan terhadap oksigen terlarut adalah faktor yang penting untuk diketahui oleh pembudidaya ikan selain faktor lain seperti operasional kegiatan budidaya (Muawanah *et al*., 2003; Nabhitabhata *et al*., 2002). Kandungan oksigen dalam air merupakan faktor kritis bagi kesehatan ikan, umumnya ikan memerlukan konsentrasi oksigen terlarut dalam air minimum 5 ppm (Boyd, 1990). Kondisi perairan dengan kandungan oksigen terlarut lebih rendah dari 5 ppm dalam waktu yang lama akan menyebabkan ikan mengalami stres fisik (Boyd, 1990). Tekanan fisik pada ikan selain menghambat metabolisme dan pertumbuhan ikan juga akan memicu timbulnya penyakit Penyakit akan timbul jika terjadi ketidakseimbangan lingkungan ekosistem yaitu interaksi antara ikan, patogen dan lingkungan (Boyd, 1990; Kaspriyo, 2004). Tiap spesies ikan mempunyai daya toleransi yang berbeda terhadap perubahan lingkungan, tergantung fase dalam siklus hidupnya, umur dan bobot.

Pada kegiatan budidaya ikan, kegiatan penebaran sangat mempengaruhi keberhasilannya. Penelitian ini bertujuan mengetahui kepadatan yang optimum berdasarkan kebutuhan oksigennya.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan pada bulan Juli 2003, terbagi dalam kegiatan laboratorium dan kegiatan survai lapangan. Kegiatan laboratorium meliputi eksperimen respirasi ikan, sedangkan kegiatan survai lapangan meliputi pengukuran debit pemasukan air sungai ke teluk, kondisi hidrografi dan kualitas air di sekitar keramba.

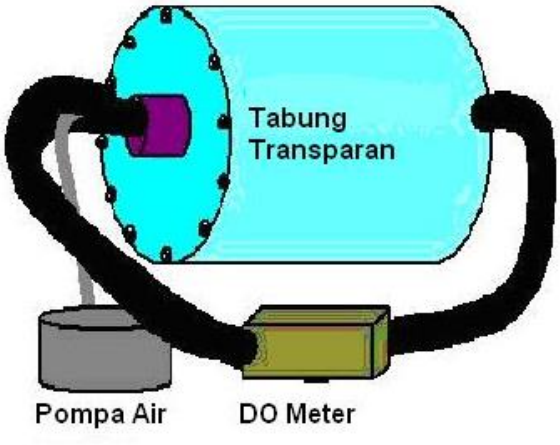
Kegiatan laboratorium

Kegiatan eksperimen respirasi ikan dilakukan di Labolatorium Lingkungan dan Kesehatan Ikan Balai Budidaya Laut (BBL) Lampung. Sebanyak dua puluh lima ekor ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) dan 25 ekor ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscogutattus*) diukur laju respirasinya dengan menggunakan alat *Fish Chamber* (Gambar 1)(Santoso, 2005).

Fish chamber adalah rangkaian tabung transparan dengan volume 49,6 cm^3 yang dilengkapi dengan *probe* DO meter, sensor temperatur dan pompa air. Pintu tabung transparan diatur sedemikian rupa sehingga memungkinkan ikan dapat dengan mudah masuk dan dapat ditutup kembali dengan rapat tanpa ada gelembung udara di dalam tabung. *Probe* DO meter dan sensor temperatur digunakan untuk mengukur perubahan oksigen terlarut dan temperatur air dalam tabung selama percobaan berlangsung. Sedangkan pompa berfungsi untuk mengaduk air dalam tabung sehingga konsentrasi air dalam tabung selalu dalam keadaan homogen.

Ikan kerapu yang akan digunakan sebagai bahan eksperimen sebelumnya dimasukan dalam bak terbuka 3,3 m^3 dengan diberi aerator dan dibiarkan selama 20 menit untuk mengadaptasikan ikan pada lingkungan eksperimen. Di dalam bak yang sama, alat *fish chamber* yang terangkai dengan DO meter dan pompa air juga disiapkan. Setelah kondisi oksigen terlarut dan suhu air dalam bak terbuka stabil, satu persatu ikan kerapu dimasukkan ke dalam alat *fish chamber*.

Copyright©2008, Jurnal Perikanan (*Journal of Fisheries Sciences*) All Rights Reserved



Gambar 1. Peralatan *Fish Chamber*

Setiap ikan uji diukur laju respirasinya dengan membandingkan konsentrasi oksigen terlarut pada awal dan akhir eksperimen. Setelah tahap ini selesai, ikan kemudian diukur panjang dan berat tubuhnya, tahap terakhir adalah mengukur volume ikan dengan memasukkan ikan dalam tabung volume.

Kegiatan Survai

Kegiatan survai lapangan dilakukan di sekitar KJA selama 25 jam. Kegiatan ini terdiri dari 3 kegiatan yang meliputi pengukuran data kualitas air dengan *chlorotec probe* (Chlorotec, type AAQ1183, Alec Electronics) setiap satu jam sekali, pengukuran data arus dengan *current meter* dan pengukuran debit air sungai yang masuk ke areal KJA di Teluk Hurun Lampung.

Data yang diukur dengan chlorotec probe meliputi data suhu air, salinitas, DO, turbiditas, PH dan Klorofil-*a*. Keseluruhan data yang diperoleh kemudian diaplikasikan ke dalam sebuah model *Dissolved Oxygen Budged* berdasar pada Inoue (1974).

Beberapa rumus yang dipergunakan dalam analisis data disajikan secara runtut berikut ini :

Koefisien aliran (Nc) dihitung dengan rumus :

Nc = Vr/Vc …. …… (1)

Keterangan :

Vr : Kecepatan arus di luar KJA (m/detik)

Vc : Kecepatan arus di dalam KJA (m/detik)

Aktual koefisien aliran (%) = Nc x 100

Debit aliran air dalam KJA dihitung dengan rumus berikut :

Q = Nc x v x A …….... (2)

Keterangan :

A : Luasan KJA (m^2)

v : Kecepatan arus keluar-masuk KJA (m/detik)

Q : Debit aliran keluar-masuk KJA (g/m^3)

Nilai konsumsi oksigen terlarut oleh ikan (R) didapatkan dari rumus sebagai berikut:

$$R = Ln\frac{DO_0}{DO_t}t \quad \text{…….... (3)}$$

Keterangan :

$D0_0$: Konsentrasi oksigen terlarut pada awal eksperimen (mg/L)

DO_t : Konsentrasi oksigen terlarut pada akhir eksperimen (mg/L)

t : lama eksperimen berlangsung (menit)

Copyright©2008, Jurnal Perikanan (*Journal of Fisheries Sciences*) All Rights Reserved

Perkiraan padat tebar ikan dihitung dengan rumus :
$N = V/R\ (Q/v * (DO_{in} – DO_{out}) + Bw)$ ….(4)

Keterangan :
R : Konsumsi oksigen terlarut oleh ikan (mg O2/menit)
N : Jumlah ikan di dalam KJA (ekor)
V : Volume dari KJA (m^3)
v : Kecepatan arus keluar-masuk KJA (m/detik)
Q : Debit aliran keluar-masuk KJA (m^3/detik)
DO_{in} : Konsentrasi oksigen terlarut di dalam KJA (mg/L)
DO_{out} : Konsentrasi oksigen terlarut di luar KJA (mg/L)
Bw : Konsumsi oksigen terlarut oleh badan air (mgO2/L/jam)

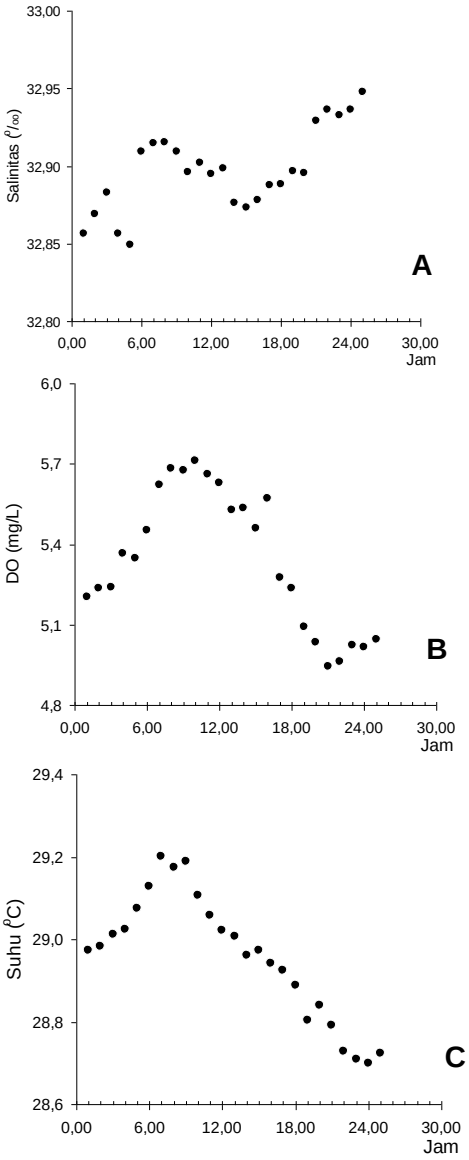
Penulis tidak menggunakan perhitungan laju respirasi konvensional : $DO_{respirasi} = (DO_t – DO_o)/\Delta t$, karena persamaan tersebut tidak memperhitungkan adanya perubahan suhu selama eksperimen berlangsung. Untuk mengantipasi permasalahan tersebut, diperlukan persamaan yang memperhitungkan adanya perubahan suhu selama experimen yakni dengan membandingkan perubahan oksigen terlarut dan temperatur selama eksperimen (DO_{fish}) dengan perubahan oksigen terlarut dan temperatur saat kontrol ($DO_{control}$) (Omori *et al*., 2005).

Untuk memudahkan perhitungan, rumus-rumus di atas kemudian diaplikasikan dalam paket program *excel work sheet* dan dilakukan perhitungan secara manual.

Hasil

Kondisi Kualitas Lingkungan
Perubahan nilai parameter di dalam keramba yang diamati selama eksperimen 25 jam meliputi kondisi DO (oksigen terlarut), suhu, salinitas, turbiditas, laju pemasukan air sungai dan kecepatan arus.

Konsentrasi rata-rata dan simpangan baku ($\overline{X}$ ±SD) oksigen terlarut di dalam keramba adalah 5,35±0,25 mg/L, salinitas 32,94±0,13, suhu 29,09±0,09ºC dan turbiditas adalah 1,15±0,41. Data laju pemasukan air sungai diperoleh sebesar 72 m^3/jam dan kecepatan arus sebesar 2.3 – 5.1 cm/detik.



Gambar 2. Grafik hasil pengukuran kondisi salinitas (A), oksigen terlarut (B) dan suhu perairan (C) selama survei 25 jam

Copyright©2008, Jurnal Perikanan (*Journal of Fisheries Sciences*) All Rights Reserved

Kondisi oksigen terlarut, salinitas dan suhu air dalam keramba selama eksperimen 25 jam dengan pengukuran dimulai pada jam 06.00 ditunjukkan dalam Gambar 2.

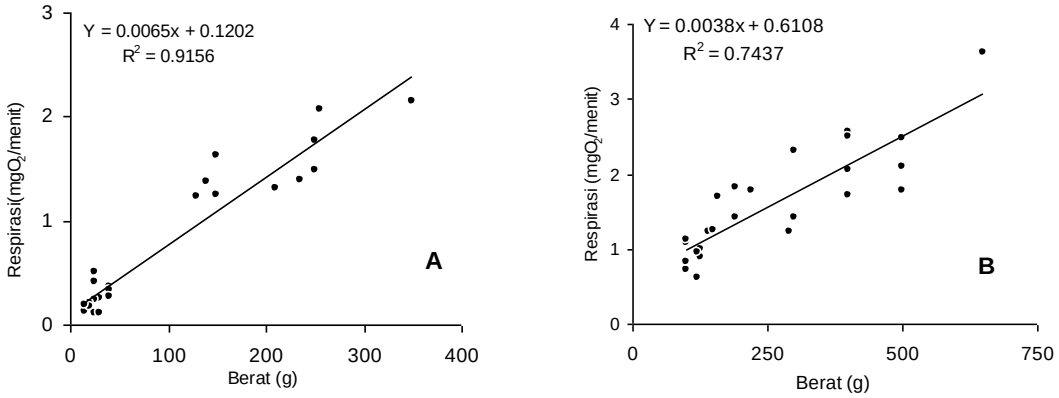
Perubahan parameter oksigen terlarut dan suhu berlangsung alami sesuai perubahan harian parameter-parameter tersebut, yakni mengalami peningkatan maksimal sekitar jam 14.00-15.00 (Muawanah *et al*., 2003) dan kemudian berangsur-angsur turun seiring penurunan penyinaran matahari. Konsentrasi oksigen terlarut mencapai konsentrasi maksimum sekitar 5,7 mg/L pada jam 15.30, sementara suhu mencapai puncak sekitar 29,2 ^{o}C pada pukul 14.00. Parameter salinitas cenderung mengalami kenaikan pada awal eksperimen sekitar 32,9‰, kemudian nilainya menurun pada sekitar jam 20.00 dan mengalami kenaikan pada akhir eksperimen sekitar 32,95‰ mengikuti siklus pasang surut semidiurnal.

Respirasi Ikan Kerapu

Data hasil perhitungan laju respirasi terhadap berat ikan didapatkan persamaan linier Laju respirasi ikan kerapu terhadap berat tubuh pada ikan kerapu bebek yaitu Y= 0,0065X + 0,1202 dan pada ikan kerapu macan yaitu Y= 0,0038X + 0,6108.

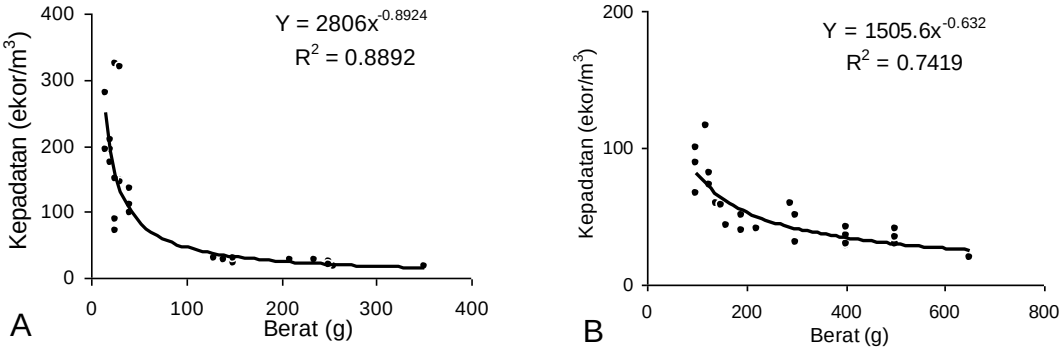
Perkiraan Padat Tebar Optimum

Padat tebar optimum diprediksi dengan memasukkan faktor-faktor yang mempengaruhi konsentrasi oksigen terlarut misalnya kecepatan arus di sekitar keramba, jumlah pemasukan air yang masuk ke keramba dan perubahan suhu. Hasil hitungan didapatkan (Gambar 4) berupa persamaan eksponensial Y = 2806 X -0.8924 dan Y = 1505.6 X-0.632 yang mengambarkan hubungan antara padat penebaran (ekor/ m^3) dengan berat ikan (g).



Gambar 3. Grafik hubungan laju respirasi terhadap berat tubuh pada ikan kerapu bebek (A) dan ikan kerapu macan (B)

Copyright©2008, Jurnal Perikanan (*Journal of Fisheries Sciences*) All Rights Reserved



Gambar 4. Grafik hubungan padat penebaran (ekor/m^3) dengan berat ikan (g) pada ikan kerapu bebek (A) dan ikan kerapu macan (B)

Persamaan eksponensial di atas dapat dijadikan rujukan bagi penentuan padat penebaran ikan kerapu. Untuk ikan kerapu bebek dengan ukuran kecil (kurang dari 50 g) maka padat penebaran yang disarankan adalah sekitar 134 ekor/ m^3, ukuran 100-200 g disarankan padat penebarannya sekitar 32 ekor/ m^3 , dan ukuran induk dengan berat diatas 1200 g padat penebarannya sekitar 8 ekor m^3. Untuk ikan kerapu macan dengan ukuran 50 g, 100-200 g, dan diatas 1200 g padat penebaran yang disarankan adalah 170 ekor, 63 ekor dan 17 ekor.

Penentuan padat penebaran berdasarkan berat badan ikan disajikan pada Tabel 1.

Pembahasan

Parameter kualitas air yang perlu mendapat perhatian dalam penentuan laju respirasi ikan/biota air lainnya adalah parameter suhu, karena suhu air akan berimbas langsung pada metabolisme respirasi ikan itu sendiri (Boyd, 1990; Kaspriyo *et al*., 2004). Selain itu, daya toleransi ikan maksimal terhadap perubahan suhu adalah sekitar 0,2^{o}C/menit, di atas kisaran perubahan suhu tersebut ikan akan mengalami stress yang berakibat pada tingginya mortalitas (Boyd, 1990).

Pengaruh perubahan suhu, selain berdampak langsung pada ikan juga mempengaruhi kelarutan gas dalam air. Suhu mengontrol kelarutan gas-gas dan kecepatan reaksi kimia dalam air seperti kecepatan daya racun ammonia, kemoterapeutik terhadap kelangsungan hidup ikan.

Hubungan antara laju respirasi ikan kerapu bebek dengan berat tubuh memperlihatkan bahwa laju respirasi ikan yang kecil/muda lebih besar dari pada ikan yang besar. Penelitian Kaspriyo *et al.,* (2004) dengan mengunakan ikan kerapu bebek dan kerapu macan dengan berat 1-15 g menghasilkan kesimpulan yang sama yakni ikan kecil membutuhkan oksigen terlarut lebih besar. Hal ini bisa dipahami karena metabolisme ikan kecil/muda lebih cepat dari pada ikan besar, sehingga kebutuhan oksigen untuk respirasi dan pertumbuhan sel juga lebih banyak (Boyd, 1990).

Summerfelt (1990) lebih jauh menyatakan bahwa laju respirasi meningkat karena perubahan suhu lingkungan, aktifitas

Tabel 1. Tabel Penentuan Padat Penebaran (ekor/m^3)

Jenis Ikan	Kisaran berat/individu (g)			
	< 50	100-200	500-600	>1200
Kerapu Bebek	134	32	10	8
Kerapu Macan	176	63	27	17

Copyright©2008, Jurnal Perikanan (*Journal of Fisheries Sciences*) All Rights Reserved

gerak dan frekuensi makan dan sebaliknya menurun karena peningkatan berat badan biota. Perubahan suhu merupakan faktor yang dominan mempengaruhi laju respirasi ikan secara langsung dan secara tidak langsung mempengaruhi kelarutan beberapa gas serta laju rekasi kimia dalam air. Laju respirasi juga dipengaruhi oleh aktifitas ikan, ikan yang bergerak/berenang, perenang cepat mempunyai laju respirasi yang lebih besar dibanding ikan yang diam. Frekuensi makan juga mempengaruhi laju respirasi, karena konsumsi oksigen akan meningkat setelah proses makan, semakin sering proses makan akan meningkatkan laju konsumsi oksigen.

Kecepatan arus mempengaruhi laju respirasi dan penentuan padat penebaran. Arus dengan kecepatan lebih dari 1,5 m/detik akan memicu stress pada ikan (Chua dan Teng, 1980). Arus di Teluk Hurun relatif kecil sekitar 2,3 – 5,1 cm/detik, sehingga relatif kecil untuk bisa menimbulkan stress. Namun, karena kecepatan arus relatif rendah, perlu dikaji lebih mendalam kemungkinan pengaruh *up-welling* yang membawa bahan organik tinggi dan senyawa beracun dari dasar perairan.

Hasil perhitungan padat penebaran (Tabel 1) yang diturunkan dari hubungan padat tebar dengan berat ikan menguatkan hipotesis sebelumnya yakni konsumsi oksigen terlarut pada ikan berukuran kecil/muda adalah lebih besar. Hasil penelitian yang sama dilakukan oleh Nabhitabhata *et al*., (2002) menyatakan padat penebaran ikan ukuran 500 g dan 1200g adalah sekitar 58 ekor/m^3 dan 31 ekor/m^3. Meskipun mengunakan metode yang sama hasil penelitian tersebut menghasilkan nilai padat penebaran lebih besar. Hal ini dimungkinkan karena perbedaan oksigen terlarut pada KJA, pada penelitian ini DO perairan sekitar 5,35±0,25 mg/L lebih rendah dari pada penelitian Nabhitabhata *et al.,* (2002) sekitar 6,19±0,72 mg/L.

Beberapa hal yang bisa diterapkan petani ikan untuk meningkatkan padat tebar. Pertama, dengan memperbesar *size* KJA. Ukuran KJA yang besar akan memperluas pemukaan kontak air dengan udara sehingga memungkinkan DO terdifusi dengan baik. Sakaras *et al.*, 1983 *dalam* Nabhitabhata, 2002 memperluas KJA dari 1 m^2 menjadi 6 m^2 menghasilkan peningkatan padat penebaran sekitar 40%. Kedua, dengan memperluas ruang KJA misal dengan menambahkan shelter di dalam KJA. Teng dan Chua, 1979 dalam Nabhitabhata *et al*., (2002) menyatakan bahwa tambahan ban bekas dalam KJA selain dapat menahan arus yang kencang juga dapat meningkatakan padat tebar dari 58 ekor/m^3 menjadi 156 ekor/m^3.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Ikan berukuran kecil/ muda membutuhkan oksigen lebih banyak dari pada ikan berukuran besar/ dewasa
2. Hubungan padat penebaran dengan berat ikan membentuk persamaan eksponensial, yaitu pada kerapu bebek $y=2806X^{-0,89}$ dan pada kerapu macan $y=1505X^{-063}$
3. Padat tebar dapat ditingkatkan dengan memperluas luasan permukaan KJA dan memperluas ruang KJA dengan menambahkan *shelter*.

Saran

Pada kegiatan budidaya ikan kerapu disarankan menggunakan padat penebaran sebagai berikut: Untuk ikan kerapu bebek dengan ukuran kecil (kurang dari 50 g) maka padat penebaran yang disarankan adalah sekitar 134 ekor/ m^3, ukuran 100-200 g disarankan padat penebarannya sekitar 32 ekor/m^3 , dan ukuran induk dengan berat diatas 1200 g padat penebarannya sekitar 8 ekor m^3. Untuk ikan kerapu macan dengan ukuran 50 g, 100-200 g, dan diatas 1200 g padat penebaran yang disarankan adalah 170 ekor, 63 ekor dan 17 ekor.

Copyright©2008, Jurnal Perikanan (*Journal of Fisheries Sciences*) All Rights Reserved

Daftar Pustaka

Boyd. C.F. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Departement of Fisheries and Allied Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University, Alabama. 482 p.

Chua, T.E. and S.K. Teng.1980. Economic Production of Grouper, *Epinephelus salmoides* Maxwell. Reared in floating net cages Aquaculture. 20: 187-228.

Fukuda, K., T. Maekawa and Y. Koho. 1966. A study on the shallow-marine cultural facilities hydraulics characteristics of the flow-through and tidal range facilities and their relationship to the number fishes that can be cultivated. Technical Bulletin of faculty Agricultural Kagawa University. 18(1), 48-53.

Inoue, H. 1974. DO enviroment in yellow tail culture farm. *In:* Environment engineering in Agriculture and Fisheries, Memorial Publication Committee for Dr. J Sugi 60-th Birthday, 298-336.

Koji O., Y. Hayami, H. Ohnishi, N. Okuda and H. Takeoka. 2005. Mathematical model analysis on coastal ecosystems: Sustainable usage of a coastal ecosystem. 5-12.

Muawanah, N. Sari, dan A.T. Kartikasari. 2003. Aspek lingkungan dalam managemen kesehatan ikan. Penanganan penyakit ikan budidaya laut. Dirjen Perikanan Budidaya Laut. DKP, Lampung : 12:35-41.

Kaspriyo, A. Hanafi dan D. Syahidah. 2004. Pola pemanfaatan oksigen untuk menunjang kesehatan pada ikan kerapu bebek (Chromileptes altivelis) dan kerapu macan (Epinphelus fuscogutatus).

Nabhitabhata, J., R. Prepiyamat, K. Tharawut and S. Kbinrum. 2002. Estimation on optimum stocking density of grouper, *Epinephelus tauvina* (Forskal), in cages on basis of dissolved oxygen budget: Rayang Coastal Aquaculture Station. Pat-rat river. 130-136.

Sakaras, W. and S. Sukbanteang, 1982. Experiment on sea bass (*Lates calcarifer* Bloch) cultured in cages with different stocking density. Annual report 1982. Rayon Brackish Water Fisheries Station. Department of Fisheries. 17-46p.

Santoso, A.D. 2005. Laju respirasi ikan kerapu. Laporan teknis tidak diterbitkan. 4p.

Summerfelt R.C. 1990. Water quality considerations for aquaculture. Department of animal ecology. Iowa Sate University. 8p.

Copyright©2008, Jurnal Perikanan (*Journal of Fisheries Sciences*) All Rights Reserved