

ANALISIS DAYA DUKUNG PERAIRAN UNTUK PENETAPAN ALOKASI RUANG DAN KEPADATAN KARAMBA DI SUNGAI RIAM KANAN, KALIMANTAN SELATAN

Mijani Rahman^a, Marsoedi^b, Diana Arfiati^b dan Athaillah Mursyid^c

^aStaff pengajar pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Univ. Lambung Mangkurat

^bStaff pengajar pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Univ. Brawijaya

^cStaff pengajar pada Fakultas Pertanian Univ. Lambung Mangkurat

E-mail: mijani.rahman@gmail.com

Diterima redaksi : 16 Januari 2012, disetujui redaksi : 12 April 2012

ABSTRAK

Usaha budidaya ikan dalam karamba di Desa Sungai Alang, Sungai Riam Kanan telah diusahakan masyarakat sejak tahun 1986. Untuk keberlanjutan usaha tersebut, maka jumlah unit karamba per satuan luas dan penataan penempatannya harus sesuai dengan kemampuan daya dukung lingkungan perairan. Pada penelitian ini dilakukan pendugaan daya dukung usaha budidaya ikan dalam karamba dengan pendekatan muatan Total Nitrogen (TN) dan Total Fosfor (TP) yang terbuang ke lingkungan perairan serta berdasarkan ketersediaan oksigen terlarut (DO; Dissolved Oxygen). Uji beban limbah dilakukan pada dua kelompok karamba, masing-masing terdiri dari tiga unit karamba, yaitu: A) Identifikasi input organik budidaya kendali (padat tebar 50 ekor m⁻³); dan B) Identifikasi input organik budidaya oleh masyarakat (padat tebar 114 ekor m⁻³). Karamba yang digunakan berukuran 2,50 x 1,75 x 1,00 m³/unit, hewan uji berupa ikan mas (Cyprinus carpio) (ukuran benih 5 – 7 cm) dan waktu uji 16 minggu. Beban limbah per unit karamba kelompok A dan B masing-masing untuk bahan organik 18,7 g hari⁻¹ dan 200,1 g. hari⁻¹, kadar TN 1,94 g hari⁻¹ dan 11,35 g hari⁻¹, dan kadar TP 0,035 g hari⁻¹ dan 0,207 g hari⁻¹. Daya dukung per 100 m panjang sungai untuk kelompok A dan B masing-masing antara 60 – 65 buah dan antara 16 – 18 buah.

Kata kunci: Sungai Riam Kanan, karamba, daya dukung perairan

ABSTRACT

ANALYSES OF CARRYING CAPACITY FOR ESTABLISHMENT OF THE ZONATION AND THE CAGE DENSITY IN RIAM KANAN RIVER, KALIMANTAN SELATAN. *The fish cage farming in Sungai Alang Village, Riam Kanan River has been increasing and the excess numbers of cage per unit area and improper management of the cage replacement have decreased the river water quality. The study was conducted to calculate the carrying capacity of the river to support the cage fisheries based on the Total Nitrogen (TN) and Total Phosphorous (TP) loadings into the waters as well as the dissolved oxygen (DO) availability. The study was done by determining the organic waste load of two cages groups where each consisted three units: A) Control cages (stocking rate: 50 fish m⁻³), and B) Public cages (stocking rate: 114 fish m⁻³). Cages size was 2.50 x 1.75 x 1.00 m³.unit⁻¹, the fish studied was Cyprinus carpio (fry size 5-7 cm) and the observation was 16 week. Waste load per unit cage in groups A and B respectively for organic matter were 18.7 g day⁻¹ and 200.1 g. day⁻¹, the levels of TN were 1.94 g day⁻¹ and 11.35 g day⁻¹, and the levels of TP 0.035 g day⁻¹ and 0.207 g day⁻¹. The carrying capacity per 100 m length of river for group A was 60-65 cages unit and group B was 16-18 cages unit.*

Key words: Riam Kanan river, cage fish culture, carrying capacity.

PENDAHULUAN

Usaha budidaya ikan pada karamba di Desa Sungai Alang, Sungai Riam Kanan Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan mulai diusahakan masyarakat pada tahun 1986. Jumlah karamba terbanyak tercatat pada tahun 2001 (6.800 unit) dan pada tahun 2006 mengalami penurunan (4.667 unit) (Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Banjar, 2007; *Tidak dipublikasikan*). Pada April 2001, karamba yang diusahakan masyarakat Desa Sungai Alang sebanyak 700 unit yang terdiri dari 680 unit karamba ikan mas, 16 unit karamba ikan nila dan 4 unit karamba ikan bawal air tawar (Rifky, Pembudidaya ikan mas Desa Sungai Alang; *Komunikasi pribadi*). Penurunan jumlah unit karamba tersebut disebabkan tingginya mortalitas ikan yang dipelihara, yang berkisar antara 30% - 50% (Wahyuni, 2009).

Sistem budidaya yang diusahakan adalah budidaya intensif dengan ketergantungan yang besar pada pakan buatan. Mc Donald *et al.* (1996) mengidentifikasi sebesar 47,5% – 51,0% dari pakan yang diberikan akan masuk ke badan air dan memperkaya bahan organik di dalam air. Pengkayaan hara pada budidaya ikan intensif berdampak nyata pada perubahan kualitas air (Phillips *et al.*, 1993; Boyd, 1999). Limbah dari kegiatan budidaya ikan mengandung bahan organik dan hara yang tinggi yang berasal dari sisa pakan dan feses yang terlarut ke dalam perairan (Johnsen *et al.*, 1993; Buschmann *et al.*, 1996; McDonald *et al.*, 1996; Horowitz & Horowitz, 2000; Rachmansyah, 2005), yang meningkatkan lepasan hara dan mempengaruhi tingkat kesuburan serta kelayakan kualitas air untuk kehidupan ikan yang dibudidayakan.

Aktivitas budidaya ikan pada karamba di Sungai Riam Kanan telah berdampak pada penurunan kualitas air, seperti peningkatan kadar BOD₅ dan COD (Nafsiah, 2007), peningkatan kadar total nitrogen ammonia (Noor, 2007) dan penurunan oksigen terlarut (DO; *Dissolved Oxygen*) (Prisnawati, 2011).

Terjadinya perubahan kualitas air meningkatkan serangan virus yang menyebabkan kematian massal pada ikan yang dibudidayakan (Wahyuni, 2009).

Jumlah unit karamba yang diusahakan dan kepadatan ikan dalam karamba serta jumlah dan kualitas pakan yang diberikan akan menentukan besaran volume input limbah organik ke lingkungan perairan. Interaksi faktor yang tidak dapat dikendalikan dan faktor yang dapat dikendalikan akan mempengaruhi kualitas perairan di lokasi karamba dan menentukan daya dukung perairan untuk budidaya tersebut.

Usaha budidaya ikan pada karamba di perairan Sungai Riam Kanan memiliki manfaat yang bersifat multidimensional. Disamping sebagai sumber protein hewani, budidaya ikan dalam karamba memiliki manfaat ekonomi sebagai sumber penghasilan keluarga dan manfaat sosial sebagai penyerap tenaga kerja. Untuk menjaga kesinambungan usaha karamba di perairan Sungai Riam Kanan dan menjaga keberlanjutan produktivitasnya, maka jumlah unit karamba per satuan luas dan penataan penempatannya harus sesuai dengan kemampuan daya dukung perairan sungai dan kemampuan swapentahiran (*self purification*).

Estimasi daya dukung lingkungan perairan untuk menunjang budidaya ikan dalam karamba merupakan ukuran kuantitatif yang akan memperlihatkan berapa ikan budidaya yang boleh dipelihara dalam luasan areal yang telah ditentukan tanpa menimbulkan degradasi lingkungan dan ekosistem sekitarnya (Meade, 1998). Jika telah ditentukan banyaknya ikan budidaya dalam satu karamba, estimasi difokuskan pada berapa unit karamba yang boleh diusahakan dalam luasan areal yang telah ditentukan. Beberapa pendekatan dalam estimasi daya dukung untuk pengembangan usaha budidaya ikan di di perairan umum adalah pendekatan berdasarkan beban/muatan N dan P yang terbangun ke lingkungan perairan (Beveridge, 1984) serta pendekatan berdasarkan ketersediaan DO (Rachmansyah *et al.*, 2005).

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui daya dukung perairan Sungai Riam Kanan dalam budidaya karamba berdasarkan parameter TN, TP dan DO.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Sungai Riam Kanan, berada di wilayah administratif Desa Sungai Alang, Kecamatan Karang Intan, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan. Karamba yang digunakan berukuran 2,50 x 1,75 x 1,00 m³/unit, dengan hewan uji berupa ikan mas (*Cyprinus carpio*) (ukuran benih 5 – 7 cm). Masa pemeliharaan selama 16 minggu, dari 15 Mei 2011 sampai 4 September 2011.

Penelitian ini berdasarkan pendekatan dengan kondisi volume badan air sungai dengan dimensi panjang 100 m, lebar 31 m dan rerata kedalaman 1,705 m, atau dengan volume sebesar 5.285,5 m³.

Uji beban limbah dilakukan pada dua kelompok karamba, masing-masing terdiri dari tiga unit karamba, yaitu: A) Identifikasi input organik budidaya kendali (padat tebar 50 ekor m⁻³) dengan proporsi pakan 3% BW (*body weight*; berat kering) (Schmittou *et al.*, 2004); dan B) Identifikasi input organik budidaya oleh masyarakat (padat tebar 114 ekor m⁻³) dengan proporsi pemberian pakan 3 – 5% BW.

Penimbangan berat dan pengukuran panjang total ikan uji dilakukan setiap dua minggu. Data respon ikan uji yang dihimpun meliputi laju pertambahan berat (RWG; *Rate Weight Gain*), laju pertambahan panjang (RLG; *Rate Length Gain*), laju pertumbuhan spesifik (SGR; *Specific Growth Rate*), konversi pakan (FCR; *Food Conversion Ratio*) dan tingkat kelangsungan hidup (SR; *Survival Rate*) yang dihitung sebagai berikut (Singh *et. al*, 2006; Bardach, 1976; Pillay & Kutty, 2005; Machbub, 2010; Ricker, 1975):

$$RWG = (BW_f - BW_i) / BW_i \times 100\%$$

$$RLG = (Lt - Lo) / Lo \times 100\%$$

$$SGR = [(Ln BW_f - Ln BW_i) / \Delta t] \times 100\% \text{ (hari}^{-1}\text{)}$$

$$SR = (St / So) \times 100\%$$

$$FCR = Wf / (BW_f - BW_i)$$

Keterangan :

BW_t = berat akhir ikan (g),

W_o = berat awal ikan (g),

W_f = berat pakan yang dimakan (g),

L_t = panjang total akhir ikan (mm),

L_o = panjang total awal ikan (mm),

St = jumlah ikan hidup pada akhir pemeliharaan (ekor),

So = jumlah ikan yang ditebar (ekor).

Besaran input bahan organik kegiatan budidaya dihitung berdasarkan pakan yang tidak termakan dan feses yang lolos dari karamba yang tertampung pada jaring halus yang dipasang mengelilingi sisi dalam karamba. Setiap dua minggu sekali dilakukan penimbangan sisa pakan dan feses yang dihasilkan selama 12 jam sebagai data input bahan organik harian.

Pengamatan parameter kualitas air meliputi suhu air, pH, DO, total-P (TP) dan NH₃-N dilaksanakan interval dua minggu selama penelitian. Titik pengukuran dan pengambilan contoh air pada masing-masing stasiun pengamatan dilakukan di kedalaman 40 – 50 cm dari permukaan air. Pengukuran parameter suhu air, pH dan DO dilakukan langsung di lapangan (*in situ*) dan pengukuran parameter lainnya dilaksanakan di laboratorium. Contoh air yang diambil untuk keperluan analisis laboratorium dimasukkan dalam botol kaca, disimpan pada kotak pendingin dengan suhu ± 4°C.

Daya dukung perairan berdasarkan beban limbah TP ditentukan menurut prosedur Beveridge (1984), meliputi:

1. Penetapan kadar TP (mg m⁻³) *steady state* [P]_i berdasarkan kadar rerata di dalam air, dari sejumlah contoh refresentatif sebelum ada karamba;
2. Penentuan kadar TP maksimum yang dapat diterima oleh badan air [P]_f akibat adanya budidaya ikan dalam karamba;

3. Penentuan kapasitas badan air dalam menerima beban TP dari budidaya ikan dalam karamba secara intensif ($\Delta[P]$), yaitu: $\Delta[P] = [P]_f - [P]_i$; dan
4. Penentuan luasan badan air ($A \text{ m}^2$), beban TP yang dapat diterima (L_{fish}) (kg tahun⁻¹), beban TP yang hilang ke lingkungan selama usaha budidaya (kg-P ton ikan⁻¹).

Komponen $\Delta[P]$ berhubungan dengan beban TP dari karamba (L_{fish}), luasan badan air (A), TP yang mengendap ke sedimen (R_{fish}), kedalaman rerata perairan (Z), dan laju pembilasan (ρ). Sementara itu R_{fish} berhubungan dengan TP yang hilang secara permanen ke dalam sedimen (x) dan proporsi TP terlarut hilang ke sedimen (R). Dengan demikian maka:

$$\begin{aligned} \Delta[P] &= L_{\text{fish}} (1-R_{\text{fish}})/Z\rho \text{ (g m}^{-3}\text{);} \\ L_{\text{fish}} &= \Delta[P] * Z * \rho / (1-R_{\text{fish}}) \text{ (g m}^{-2} \text{ tahun}^{-1}\text{)} \\ R_{\text{fish}} &= x + [(1-x)R], \text{ dimana} \\ R &= 1 / (1 + 0,515 \rho^{0,551}) \end{aligned}$$

Setelah tahap empat dilalui, kemudian dihitung jumlah ikan (ton tahun⁻¹) yang dapat diproduksi, yaitu : $L_{\text{fish}} \times A / TP$

Penentuan daya dukung berbasis beban limbah Total Amonia Nitrogen (TAN) berdasarkan besarnya biomassa yang dapat ditampung oleh sistem agar kandungan TAN-nya masih dianggap layak untuk mendukung kehidupan. Prosedur penentuan tersebut adalah:

1. TAN maksimum yang diperbolehkan (A_{TAN}), secara teoritis dihitung dengan rumus:

$$A_{\text{TAN}} = \frac{Q(C_{\text{TANI}} - C_{\text{TAN}}) + P_{\text{TAN}}}{E}$$

- Q = Debit air baru yang masuk ke dalam sistem
 C_{TANI} = Kandungan TAN dalam air baru (mg L⁻¹)
 C_{TAN} = Kandungan TAN dalam sistem (mg L⁻¹)
 P_{TAN} = Produksi TAN dalam dalam sistem (mg L⁻¹)
 E = Efisiensi biofilter (%)

Maksimum TAN yang diperbolehkan ditentukan oleh kadar ammonia yang tidak terionisasi (NH₃-N) yang ditentukan oleh pH dan suhu. Menurut *The European Inland Fishery Advisory Commission* (EIFAC) - FAO, secara umum maksimum NH₃-N yang diperbolehkan sebesar 0,0025 mg L⁻¹. Maka A_{TAN} dapat dihitung sebagai berikut:

$$A_{\text{TAN}} = \text{MAN} / F_m$$

Keterangan :

- MAN = Maksimum NH₃ - N yang diperbolehkan (0,0025 mg L⁻¹)
 F_m = Fraksi molekuler dari NH₃-N pada pH dan suhu tertentu.

2. Untuk kondisi *steady state* berkaitan dengan TAN, setiap oksidasi 1 gram TAN menjadi nitrat digunakan 4,3 gram DO (Parker, 2000). Jadi kebutuhan oksigen untuk nitrifikasi:

$$\begin{aligned} R_{\text{NOD}} &= 4,3 \text{ g (} P_{\text{TAN}} - Q \times C_{\text{TAN}}\text{)} \\ P_{\text{TAN}} &= (A_{\text{TAN}} \times Q_r \times E) + Q (C_{\text{TAN}} - C_{\text{TANI}}) \end{aligned}$$

Dalam kondisi *steady state*, $C_{\text{TANI}} = 0$, maka:

$$\begin{aligned} P_{\text{TAN}} &= (A_{\text{TAN}} \times Q_r \times E) + Q \times C_{\text{TAN}} \\ R_{\text{NOD}} &= 4,3 \text{ g (} A_{\text{TAN}} \times Q_r \times E\text{)} \end{aligned}$$

3. Jika diasumsikan bahwa pencampuran air dalam kondisi sempurna maka:

$C_{\text{TAN}} = A_{\text{TAN}}$. Jumlah maksimum pakan agar tidak mengubah kandungan A_{TAN} dihitung:

$$FR_{\text{mTAN}} = \frac{A_{\text{TAN}} Q_f E + Q (C_{\text{TAN}} - C_{\text{TANI}})}{R_{\text{NOD}} \times PC}$$

- Q = Debit air baru yang masuk ke dalam sistem (L/h)
 Q_f = Debit air yang masuk kolam biofilter (L/h)
 C_{TANI} = Kandungan NH₃-N dalam air yang baru (mg/L)
 C_{TAN} = Kandungan NH₃-N dalam sistem (mg/L)
 E = Efisiensi biofilter (%)
 PC = Kandungan protein dalam pakan (%)
 R_{NOD} = Kebutuhan oksigen untuk proses nitrifikasi

4. Penentuan biomassa maksimum yang berkelanjutan (SBM; *Sustainable Biomass Maximum*) didasarkan pada kandungan $\text{NH}_3\text{-N}$, sebagai berikut:

$$\text{SBM}_{\text{max TAN}} = \frac{F_{\text{Rm TAN}}}{\% \text{BW}}$$

% BW = presentase pakan yang diberikan terhadap berat individu ikan

Penentuan daya dukung berdasarkan kapasitas ketersediaan DO dalam badan air didasarkan pada formula yang dikemukakan oleh Willoughby (1968) yang selanjutnya dimodifikasi sesuai dengan karakteristik badan air (Meade, 1989; Boyd, 1990). Pergantian air karena arus akan menyediakan atau memasok oksigen sehingga konsumsi oksigen oleh organisme non budidaya dianggap tidak signifikan.

Prosedur penentuan daya dukung adalah sebagai berikut:

1. Penentuan ketersediaan DO dalam badan air adalah selisih antara kandungan DO di dalam aliran (*inflow*) (Q_{in}) dan DO minimal sesuai nilai baku mutu yang dipersyaratkan (Q_{out}) di perairan Sungai Riam Kanan, yaitu Kelas I (6 mg/L) (Anonimus, 2007). Jika debit air aliran (Q_0) diketahui $Q_0 \text{ m}^3/\text{min}$, maka total DO selama periode 24 jam adalah:
 $Q_0 \text{ m}^3/\text{min} \times 1.440 \text{ min}/\text{hari} \times (Q_{\text{in}} - Q_{\text{out}}) \text{ g O}_2/\text{m}^3 = X \text{ kg O}_2$
2. Jika laju konsumsi oksigen ikan (R_0) diketahui, maka daya dukung maksimal yang diijinkan dapat dihitung yaitu $X \text{ kg O}_2 / R_0 \text{ kg O}_2 / \text{kg ikan}$;
3. Pendugaan *standing crop* yang diijinkan mengacu kebutuhan oksigen untuk setiap kilogram pakan (0,2 kg O_2/kg pakan), sehingga laju pemberian pakan harian maksimal ditetapkan tidak melebihi ketersediaan DO ($X \text{ kg O}_2$). Jumlah pakan maksimal harian adalah kapasitas DO $\text{kg}/0,2 \text{ kg O}_2/\text{kg}$ pakan = $Y \text{ kg}$ pakan. Jika diketahui persentase

pemberian pakan = $Z\%$, maka daya dukung lingkungan perairan untuk budidaya ikan dalam karamba adalah: daya dukung (kg ikan) = jumlah pakan maksimal harian ($Y \text{ kg}$ pakan)/ Z .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beban Limbah Organik

Bobot limbah organik dari kegiatan budidaya ikan pada karamba meningkat sejalan dengan bertambahnya umur dan padat tebar ikan. Penambahan beban limbah organik meningkat dari 18,70 g.hari^{-1} menjadi 112,71 g.hari^{-1} pada kelompok A, dan dari 218,61 g.hari^{-1} menjadi 596,74 g.hari^{-1} pada kelompok B (Tabel 1).

Total limbah organik yang dilepaskan ke lingkungan perairan selama masa pemeliharaan adalah 6.241 g untuk kelompok A dan 36.606 g untuk kelompok B. Peningkatan penggunaan pakan ikan pada budidaya perikanan akan diikuti oleh peningkatan buangan organik, karena sebesar 25 – 30% dari pakan yang dimakan akan dieksresikan (Mac.Donald *et. al.*, 1996). Machbub (2010) melaporkan adanya peningkatan buangan organik ke perairan Waduk Saguling, Cirata dan Jatiluhur karena meningkatnya jumlah karamba jarring apung.

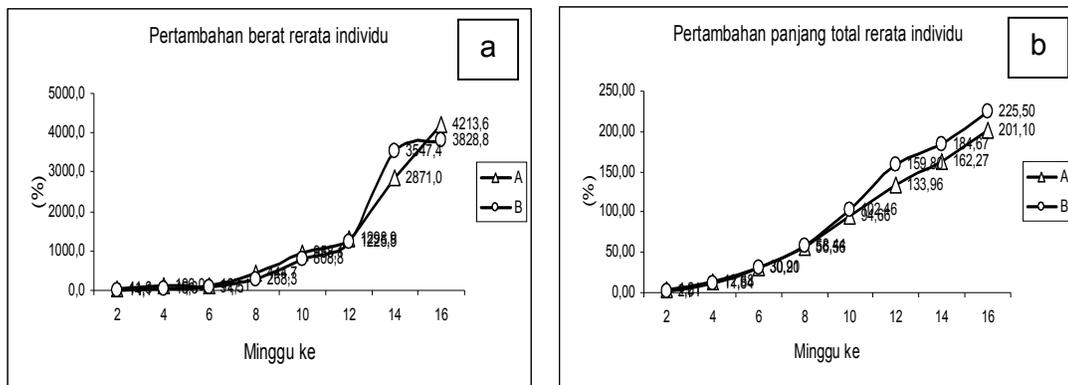
Persentase pertambahan berat rerata individu ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) pada kelompok karamba yang berbeda padat penebarannya bercorak sigmoid (Gambar 1), yang merupakan pola pertumbuhan yang umum pada ikan (Ricker, 1975). Corak pertumbuhan yang sama juga didapatkan pada hasil penelitian Supriyatna (2007) dan Said & Mayasari (2010).

Persentase pertambahan berat ikan selama masa pemeliharaan dapat dibagi menjadi tiga fase (Gambar 1a), yaitu fase pertumbuhan lambat pada minggu ke 0 – 6, fase pertumbuhan sedang terjadi pada minggu ke 6 – 12, dan fase pertumbuhan pertumbuhan cepat dan merupakan peningkatan persentase pertambahan berat terbesar, terjadi pada minggu ke 12 – 16.

Tabel 1. Rerata bobot limbah organik yang dilepaskan dari budidaya ikan pada karamba selama penelitian

Periode pemeliharaan (minggu ke)	Kelompok A (g.hari ⁻¹)	Kelompok B (g.hari ⁻¹)
0 – 2	18,70±0,099	218,61±0,903
2 – 4	22,10±0,236	212,94±0,910
4 – 6	30,71±0,287	203,70±0,520
6 – 8	39,98±0,217	200,07±1,047
8 – 10	51,35±0,281	262,86±1,888
10 – 12	77,41±0,428	387,86±1,892
12 – 14	92,80±0,901	531,96±5,373
14 – 16	112,71±1,105	596,74±5,383

Keterangan: kelompok A = 50 ekor m⁻³; kelompok B = 114 ekor m⁻³



Gambar 1. Persentase pertambahan berat dan panjang total ikan peliharaan

Persentase laju pertambahan berat (RWG) rerata individu selama masa pemeliharaan mencapai 4.213,6% untuk kelompok A dan 3.849,8% kelompok B, dengan laju pertumbuhan spesifik (SGR) masing-masing sebesar 3,31% dan 3,27% hari⁻¹. Laju pertumbuhan spesifik dapat berbeda antara jenis (Kumar *et al.*, 1988), umur (Nandeesh *et al.*, 2000), dan lingkungan tempat hidup ikan (Vandeputte *et al.*, 2008). Laju pertumbuhan spesifik ikan uji termasuk kategori normal karena pada kondisi alamiah, ikan mas dapat tumbuh 2 – 4% berat badan/hari (FAO, 2006).

Pertumbuhan berat relatif individu ikan pada kepadatan berbeda tidak menunjukkan perbedaan nyata ($t_{hit} = 1,1983 < t_{(1 - \frac{1}{2} \alpha)} = 2,002$). Sebaliknya, pertumbuhan relatif panjang total individu menunjukkan perbedaan nyata ($t_{hit} = 2,6539 > t_{(1 - \frac{1}{2} \alpha)} = 2,002$) antara perlakuan kepadatan.

Persentase pertambahan panjang total memiliki corak yang lebih sederhana menyerupai garis lurus dengan pola pertumbuhan yang relatif sama antara kelompok A dan B (Gambar 1b). Fluktuasi persentase pertumbuhan panjang total selama masa pemeliharaan cenderung tetap dengan laju 1% hari⁻¹, dengan persentase laju pertambahan panjang total (RLG) selama pemeliharaan sebesar 201,1% untuk kelompok A dan 225,5% untuk kelompok B. Persentase pertambahan panjang total pada enam minggu pertama terlihat lebih lambat, selanjutnya mulai minggu keenam hingga minggu ke 12 relatif tetap.

Hasil uji beda pertumbuhan berat dan panjang total relatif menunjukkan bahwa ikan kelompok A lebih gemuk dari kelompok B. Hal ini disebabkan adanya persaingan ruang yang lebih intensif pada kelompok B karena padat tebar lebih tinggi.

Tabel 2. Pertambahan berat (RWG) dan panjang total (RLG), laju pertumbuhan spesifik (SGR), konversi pakan (FCR) dan tingkat kelangsungan hidup (SR) ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) pada dua kondisi padat penebaran.

Variabel	Satuan	Kelompok	
		A	B
Berat awal	g	5,56±0,545	5,65±0,387
Berat akhir	g	237,14±73,768	222,74±37,727
Panjang total awal	cm	6,86±0,716	6,0±0,664
Panjang total akhir	cm	20,45±1,245	19,35±1,246
RWG	%	4213,57±1494,289	3849,79±663,161
RLG	%	201,10±35,242	225,50±34,768
SGR	% hari ⁻¹	3,31±0,329	3,27±0,137
SR	%	92,73±0,9091	76,80±0,6928
FCR	-	2,03±1,2108	

Sumber : Hasil pengolahan data primer

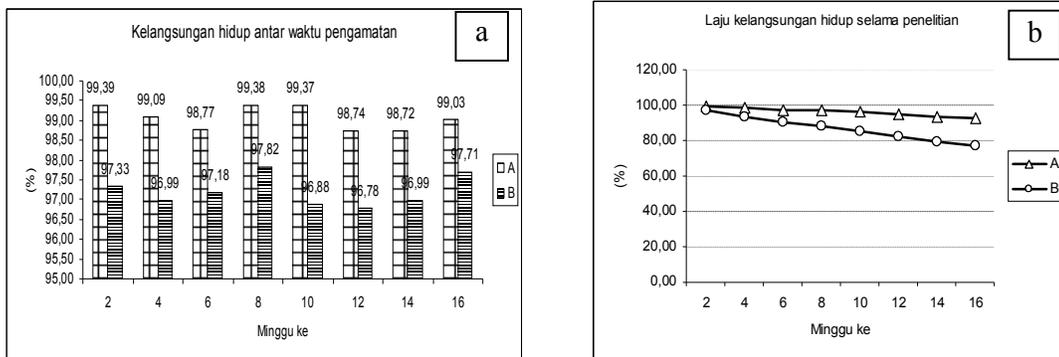
Schimittou (1991) melaporkan bahwa pemeliharaan ikan mas pada karamba di waduk mesotrofik Indonesia dengan padat tebar 200 ekor m⁻³ dan 300 ekor m⁻³ dan waktu pemeliharaan 100 hari menghasilkan rerata berat masing-masing 495 g dan 466 g.

Tingkat kelangsungan hidup (SR) selang waktu dua minggu berfluktuasi pada kedua kelompok (Gambar 2). Tingkat kelangsungan hidup ikan pada kelompok A lebih baik (92,7%) dibandingkan kelompok B (76,8%) dan menunjukkan perbedaan yang nyata ($t_{hit} = 20,3364 > t_{(1 - \frac{1}{2}\alpha)} = 2,78$), yang diduga berhubungan dengan persaingan pemanfaatan ruang yang lebih intensif pada kelompok B karena kepadatan yang lebih tinggi.

Hasil perhitungan nilai FCR ikan mas yang dipelihara selama masa pemeliharaan sebesar 2,03±1,21. Nilai FCR yang diperoleh dari budidaya ikan mas dalam karamba di perairan sungai lebih besar dari yang diperoleh Ndahawali (2011) pada jenis ikan yang sama di perairan Danau Tondano yaitu sebesar 1,3 – 1,68.

Beban Limbah Fosfor dan Nitrogen

Total limbah fosfor dan nitrogen yang masuk ke lingkungan perairan Sungai Riam Kanan yang bersumber dari aktifitas budidaya ikan pada karamba diperoleh dari hasil perkalian bobot limbah organik dan kadar TP dan TN pada limbah organik (Tabel 3).



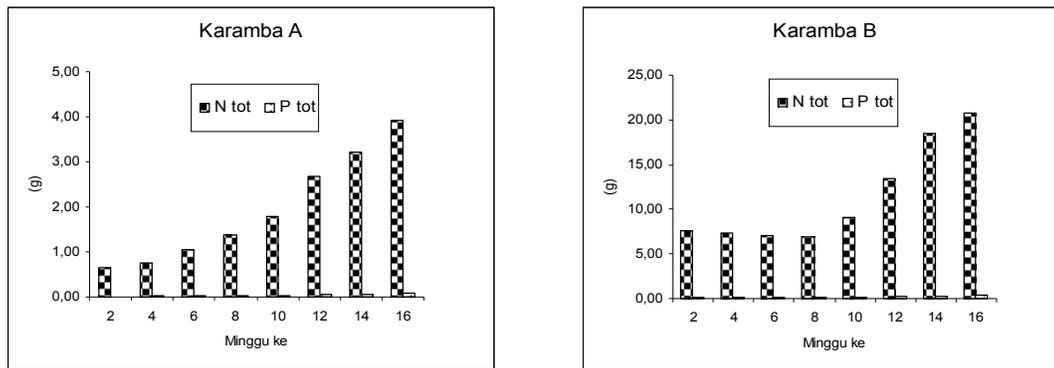
Gambar 2. Tingkat kelangsungan hidup ikan mas antara waktu pengamatan (a) dan selama masa pemeliharaan (b)

Tabel 3. Kadar TN dan TP pada sisa pakan dan feses ikan mas dari budidaya ikan pada karamba selama penelitian.

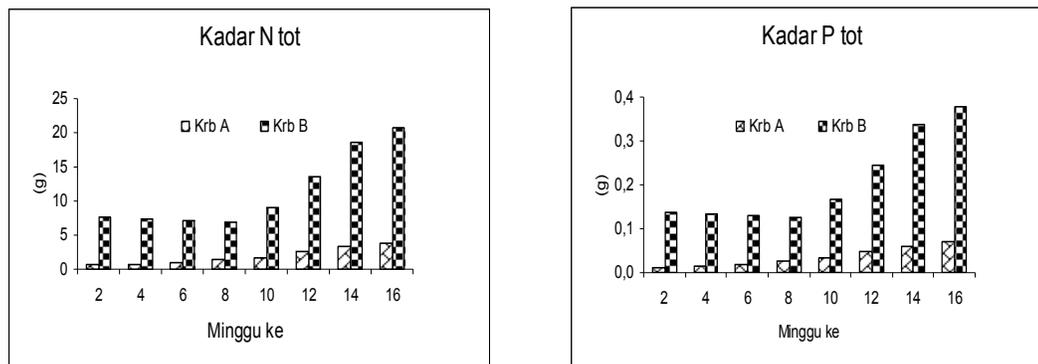
Umur ikan/ periode ukur	Kelompok A		Kelompok B	
	TN (g hari ⁻¹)	TP (g hari ⁻¹)	TN (g hari ⁻¹)	TP (g hari ⁻¹)
2	0,649	0,012	7,593	0,138
4	0,768	0,014	7,396	0,135
6	1,067	0,019	7,075	0,129
8	1,389	0,025	6,949	0,127
10	1,784	0,033	9,130	0,166
12	2,689	0,049	13,472	0,246
14	3,223	0,059	18,477	0,337
16	3,915	0,071	20,727	0,378
Total	216,762	3,952	1.271,456	23,184

Kadar TN dan TP yang dihasilkan kegiatan budidaya ikan ke lingkungan perairan bervariasi menurut bobot limbah organik yang dilepaskan dengan kecenderungan meningkat seiring dengan pertambahan umur ikan. Semakin besar bobot ikan dan umur ikan semakin besar

pula sumbangan TN dan TP ke lingkungan perairan (Gambar 3). Kadar TN dan TP yang dihasilkan pada kelompok B lebih besar dibandingkan kelompok A (Gambar 4). Semakin besar padat tebar (produksi/unit), semakin besar pula bobot TN dan TP yang dilepaskan ke perairan (Boyd *et al.*, 1998).



Gambar 3. Kadar TN (g) dan TP (g) yang dihasilkan budidaya ikan pada karamba pada berbagai periode pengamatan



Gambar 4. Kadar TN (g.hari⁻¹) dan TP (g.hari⁻¹) berdasarkan unit karamba percobaan

Daya tampung beban pencemaran air didefinisikan sebagai kemampuan air pada suatu sumber air, untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air tersebut menjadi cemar (Pasal 1 (15) Permen LH No. 01 tahun 2010).

Unsur Nitrogen dan fosfor yang terkandung dalam pakan ikan merupakan sumber pencemaran air yang dapat mendorong terjadinya eutrofikasi (Machbub, 2010). Oleh karena itu, beban kedua parameter ini lazim digunakan sebagai penentu daya dukung perairan untuk pengembangan budidaya perikanan (Elley *et al.*, 1972; Baveridge, 1984; Costa-Pierce & Hadikusumah, 1990; Kiberia *et. al.*, 1996; Costa-Pierce, 1998; Lin *et al.*, 2003; Rachmansyah *et al.*, 2005; Machbub, 2010).

Besarnya daya dukung perairan untuk kegiatan budidaya ikan ditentukan dengan pendekatan beban limbah TP, beban limbah TN dan kapasitas ketersediaan DO dalam air.

Penentuan Daya Dukung Perairan berdasarkan TP

Penentuan kapasitas perairan dalam menerima beban limbah (TP) budidaya ikan pada karamba didasarkan hasil pengukuran kadar TP ambien dan nilai ambang batas kadar TP yang masih dapat ditoleransi untuk kegiatan budidaya ikan air tawar yaitu sebesar 1,00 mg L⁻¹ (Lampiran PP 82 tahun 2001).

Berdasarkan hasil perhitungan beban TP dari kegiatan budidaya ikan pada karamba dapat diketahui kapasitas maksimum TP yang diperbolehkan, yaitu:

$$\begin{aligned} L_{\text{fish}} &= \Delta P * \dot{Z} * \rho / (1 - R_{\text{fish}}) \\ &= 508,9482 \text{ mg m}^{-2} \\ &= 0,509 \text{ g m}^{-2}. \end{aligned}$$

Dengan demikian TP per unit karamba sesuai daya dukung perairan:

$$\begin{aligned} &= L_{\text{fish}} * \text{luas karamba} \\ &= 0,509 \text{ g m}^{-2} * 4,375 \text{ m}^2 \\ &= 2,2266 \text{ g}. \end{aligned}$$

Jumlah unit karamba yang dapat diusahakan sesuai daya dukung perairan ditetapkan dari kapasitas daya dukung per

unit karamba dibagi dengan beban TP yang dilepaskan.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah unit kelompok A} &= 2,2266 \text{ g} / 0,035 \text{ g} \\ &= 63,6 \text{ buah (63 - 64 buah)}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah unit kelompok B} &= 2,2266 \text{ g} / 0,207 \text{ g} \\ &= 10,7 \text{ buah (10 - 11 buah)}. \end{aligned}$$

Penentuan Daya Dukung Perairan berdasarkan TAN

Penentuan daya dukung perairan berdasarkan beban limbah TAN dari kegiatan budidaya ikan mengacu pada peruntukan air sungai di lokasi penelitian, yaitu kelas 1 (Peraturan Gubernur Kal. Sel. No. 5/2007) (Anonimus, 2007) sebesar 0,05 mg L⁻¹. Hasil pengukuran kadar TAN maksimum sebesar 0,05 mg L⁻¹.

Maksimum TAN yang diperbolehkan :

$$\begin{aligned} A_{\text{TAN}} &= \frac{0,005}{0,0731} \\ &= 0,6840 \text{ mgL}^{-1} \\ R_{\text{NOD}} &= 4,3 \text{ g O}_2 \times (A_{\text{TAN}}) \\ &= 4,3 \text{ g O}_2 \times (0,6840) \\ &= 2,94 \text{ g O}_2/\text{g TAN} \\ &= \frac{A_{\text{TAN}} + Q(C_{\text{TAN}} - C_{\text{TAN}})}{2,94 \times PC} \\ &= \frac{0,6840 + (67.644.000 \text{ L jam}^{-1} \times 0,6840 \text{ mgL}^{-1})}{2,94 \times 0,03} \\ &= 4,40473 \text{ kg pakan jam}^{-1} \\ &= 105,713 \text{ kg pakan hari}^{-1} \end{aligned}$$

Jumlah karamba yang dapat diusahakan ditentukan oleh biomassa maksimum yang dapat didukung, kepadatan populasi dan bobot ikan yang menjadi target panen.

Maksimum biomassa untuk unit kelompok A yang sesuai daya dukung berdasarkan pada kadar NH₃-N adalah:

$$\begin{aligned} \text{SBM(A) max TAN} &= \frac{105,71342 \text{ kg pakan /hari}}{0,03 \text{ kg pakan /kg ikan /hari}} \\ &= 3.524 \text{ kg ikan} \end{aligned}$$

Bobot ikan yang menjadi target panen sebesar 0,5 kg/ekor, maka yang dapat diusahakan pada kelompok A

$$= \frac{3.524 \text{ kg ikan}}{0,5 \text{ kg} \times 50 \text{ m}^2 \times 4,375 \text{ m}^2/\text{unit}}$$

$$= 32,2 \text{ unit (32 – 33 unit).}$$

Maksimum biomassa untuk unit kelompok B yang sesuai daya dukung berdasarkan pada kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ adalah:

$$\text{SBM(B) max TAN} = \frac{105,71342 \text{ kg pakan/hari}}{0,05 \text{ kg pakan/kg ikan/hari}}$$

$$= 2.114 \text{ kg ikan}$$

Bobot ikan yang menjadi target panen sebesar 0,5 kg/ekor, maka pada kelompok B dapat diusahakan

$$= \frac{2.114 \text{ kg ikan}}{0,5 \text{ kg} \times 114 \text{ m}^2 \times 4,375 \text{ m}^2/\text{unit}}$$

$$= 8,48 \text{ unit (8 – 9 unit).}$$

Penentuan Daya Dukung Perairan berdasarkan ketersediaan DO

Hasil pengukuran rerata DO yang dilakukan selama periode 28 Mei – 04 September 2011 (C_{oi}) adalah 6,88 g m^{-3} . Kadar DO minimal yang diinginkan untuk lingkungan perairan Sungai Riam Kanan (C_o) = 6,00 g m^{-3} (Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan. No. 05/2007).

Kadar DO tersedia yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya

$$= 6,88 - 6,0 \text{ g m}^{-3}$$

$$= 0,88 \text{ g m}^{-3}.$$

Memperhatikan acuan volume badan sungai sebesar 5.285,5 m^3 , maka total DO tersedia dalam perairan (R_o)

$$= 5.285,5 \times 0,88$$

$$= 4.651 \text{ kg O}_2.$$

Oksigen yang diperlukan untuk setiap 1 kg pakan (FOC = *Feed Oxygen Consumption*) sebesar 0,225 kg O_2 (Parker, 2000). Jumlah pakan yang dapat diberikan per hari tanpa mengubah kadar oksigen yang diharapkan (Fr)

$$= \frac{4.651 \text{ kg O}_2}{0,225 \text{ kg O}_2} \text{ kg pakan hari}^{-1}$$

$$= 20.672 \text{ kg pakan hari}^{-1}.$$

Jumlah biomassa maksimum sesuai daya dukung untuk kelompok A (SBM_A)

$$= \frac{20.672 \text{ kg pakan hari}^{-1}}{3 \text{ kg pakan hari}^{-1}} \text{ kg ikan}$$

$$= 6.891 \text{ kg ikan.}$$

Jika bobot ikan per ekor yang menjadi target produksi perikanan karamba 500 g, maka bobot populasi kelompok A

$$= 500 \text{ g} \times 50 \text{ ekor m}^{-2} \times 4,375 \text{ m}^2$$

$$= 109,375 \text{ kg,}$$

maka pada kelompok A jumlah karamba yang dapat dioperasikan sesuai daya dukungnya

$$= \frac{6.891 \text{ kg ikan}}{109,375 \text{ kg ikan}}$$

$$= 63,000 \text{ unit.}$$

Jumlah biomassa maksimum sesuai daya dukung untuk kelompok B (SBM_B)

$$= \frac{20.672 \text{ kg pakan hari}^{-1}}{5 \text{ kg pakan hari}^{-1}} \text{ kg ikan}$$

$$= 4.134,430 \text{ kg ikan.}$$

Bobot populasi kelompok B

$$= 500 \text{ g} \times 114 \text{ ekor m}^{-2} \times 4,375 \text{ m}^2$$

$$= 249,375 \text{ kg,}$$

maka jumlah karamba pada kelompok B yang dapat dioperasikan sesuai dengan daya dukung lingkungannya

$$= \frac{4.134,430 \text{ kg ikan}}{249,375 \text{ kg ikan}}$$

$$= 16,579 \text{ (16 – 17) unit.}$$

KESIMPULAN

Besarnya daya dukung perairan terhadap jumlah unit karamba menunjukkan perbedaan antara ketiga pendekatan yang digunakan. Daya dukung perairan per 100 m panjang sungai, berdasarkan pendekatan beban TP jumlah unit karamba yang sesuai, untuk padat tebar 50 ekor m^{-3} adalah 63 –

64 unit dan untuk padat tebar 114 ekor m^{-3} adalah 10 – 11 unit. Berdasarkan pendekatan TAN jumlah unit karamba yang dapat didukung pada padat tebar 50 ekor m^{-3} sebanyak 32 – 33 unit, dan pada padat tebar 114 ekor m^{-3} sebanyak 8 – 9 unit. Jumlah pakan yang dapat diberikan tanpa mengubah kadar oksigen yang diharapkan adalah 20.672 kg pakan hari⁻¹. Sesuai daya dukung, jumlah biomassa maksimum (SBM) pada padat tebar 50 ekor m^{-3} adalah 6.891 kg ikan dengan jumlah karamba yang dapat dioperasikan sebanyak 63 unit, sedangkan pada padat tebar 114 ekor m^{-3} adalah 4.134,430 kg ikan dan jumlah karamba yang dapat dioperasikan 16 – 17 unit.

SARAN

Untuk mendukung keberlanjutan usaha budidaya perikanan karamba di Desa Sungai Alang diperlukan pembatasan jumlah unit karamba menjadi 60 unit karamba. Alokasi ruang untuk penempatan karamba melintang sungai adalah sebanyak 4 unit karamba dan setiap 2 unit karamba berjarak 1 meter. Jumlah karamba membujur sungai sebanyak 15 unit karamba dan setiap 3 unit karamba terpisahkan jarak 8 meter. Ruang melintang badan sungai yang dapat digunakan adalah sepertiga bagian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. 2007. Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan Nomor 5 Tahun 2007 tentang Peruntukan dan Baku Mutu Air Sungai. pp. 13.
- Beveridge, M.C.M., 1984. Cage and Pen Fish Farming. Carrying Capacity Models and Environmental Impact. *FAO Fish.Tech.Pap.*, 85 pp.
- Boyd, C.E., 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University, Alabama. pp. 482.
- Boyd, C.E., L. Massaut, & L.J.Weddig, 1998. Towards Reducing Environmental Impacts of Pond Aquaculture. *INFOFISH Internasional 2/98*, p : 27 – 33.
- Boyd C.E., 1999. Management of Shrimp Pond to Reduce the Eutrophication Potential of Effluents. *The Advocate*, December 1999:12-14.
- Buschmann, A.H., D.A. Lopez, A. Medina, 1996. A review of the Environmental Effects and Alternative Production Strategies of Marine Aquaculture in Chile. *Aquaculture Engineering*. **15** (6): 397 – 421.
- Costa-Pierce, B.A., & H.Y. Hadikusumah, 1990. Research on Reservoir-based Cage Aquaculture Systems in Saguling Reservoir, West Java, Indonesia. In *Reservoir Fisheries and Aquaculture Development for Resettlement in Indonesia*, eds. B.A. Costa-Pierce, and O. Soemarwoto, ICLARM, Technical Report 23. Manila: International Centre for Living Aquatic Resources Management (ICLARM). p. 24-36.
- Costa-Pierce, B.A., 1998. Constraints to the Sustainability of Cage Aquaculture for Resettlement from Hydropower Dams in Asia: An Indonesian Case Study. *Journal of Environment and Development*. **7**: 333-368.
- Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Banjar, 2007. Laporan Tahunan Statistik Perikanan dan Kelautan Kabupaten Banjar Tahun 2006. Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Kalimantan Selatan. pp. 139.
- FAO. 2006. Cultured Aquatic Species Information Programme: *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) Fisheries and Aquaculture Department. http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Cyprinus_carpio. Diunduh pada tanggal 11 November 2011 Pukul 20.45 WIB.

- Johnsen, R.I, O. Grahl-Nielson & B.T Lunestad, 1993. Environmental Distribution on Organic Waste from Marine Fish Farm. *Aquaculture*. 118: 229 – 224.
- Kumar, D., R.K. Dey, B.K. Mishra, 1988. Improving the Survival Rate of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Fry using Malathion and Prophylactic Measures. *Asian Fisheries Science*. 2 : 1 - 8.
- Lin, C. Kwei, Yi, Y., Phuong, N.T., Diana, J.S., 2003. Environmental Impacts of Cage Culture for Catfish in Chau Doc, Vietnam. Aquaculture Collaborative Research Support Program. Sustainable Aquaculture for a Secure Future. http://pdacrsp.oregonstate.edu/pubs/workplns/wp_10/10ER3.html. pp. 3.
- Machbub, B., 2010. Model Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan Waduk. *Jurnal Sumber Daya Air*. 6 (2):129-144.
- McDonald, M.E., C.A. Tikkanen, R.P. Axler, C.P. Larsen, & G. Host, 1996. Fish Simulation Culture Model (FIS-C): a Bioenergetics Based Model for Aquaculture Wasteload Application. *Aquaculture engineering*. 15 (4): 243 – 259.
- Meade, J.W., 1989. *Aquaculture Management*. An Avi Book. Van Nostrand Reinhold. pp. 175.
- Nandeesh, M.C., B. Gangadhara, T.J. Varghese, P. Keshavanath, 2000. Growth Response and Flesh Quality of Common Carp, *Cyprinus Carpio* Fed with High Levels of Nondefatted Silkworm Pupae. *Asian Fisheries Science*. 13 : 235 – 242.
- Ndahawali, D.H., 2011. Dampak Budidaya Ikan Terhadap Kualitas Air: Studi Kasus Budidaya Ikan Jaring Apung di Danau Tondano, Minahasa, Sulawesi Utara. <http://garuda.dikti.go.id/jurnal/ detil/ id/0:11826/q/ daya%20dukung%20budidaya%20pe rikanan/offset/0/limit/15>. diakses pada tanggal 11 Agustus 2011 pukul 15.50 Wit.
- Parker, E.V., 2000. Oxygen management at a commercial freshwater recirculating aquaculture system. Thesis. The University of New Brunswick. Canada. pp. 133 Phillips, M.J., R. Clarke, and A. Mowat, 1993. Phosphorous leaching from atlantic salmon diets. *Aquacultural Engineering*. 12: 47-54
- Pillay, T.V.R & Kutty, M.N., 2005. *Aquaculture: Principles and Practices*. Blackwell Publishing Ltd. <http://www.google.com/books?hl=id&lr=&id=iCDBCgtUiusC&oi=fnd&pg=PR14&dq=principles+of+cage+culture&ots=3sXfuZXJC5&sig=HcUrM6B-LUGaL8ee-kusn4Y56TE#v=principles%20of%20cage%20culture>. Diunduh pada tanggal 27 September 2011. Australia. 624 pp.
- Prisnawati, I., 2011. Pengaruh Karamba Terhadap Oksigen Terlarut di Sub Das Riam Kanan Desa Sungai Alang, Kecamatan Karang Intan, Kabupaten Banjar, Propinsi Kalimantan Selatan. *Skripsi*. Kementerian Pendidikan Nasional. Fakultas Perikanan Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru. pp. 51.
- Rachmansyah, Makmur, Tarunamulia, 2005. Pendugaan Daya Dukung Perairan Teluk Awarange bagi Pengembangan Budidaya Bandeng dalam Karamba Jaring Apung. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 11 (1) : 81 – 93.
- Rachmansyah, T. Syarifuddin & T. Ahmad, 2002. Pemanfaatan Perairan Pesisir bagi Pengembangan Budidaya Bandeng dalam Karamba Jaring Apung di Teluk Pegamatan, Gondol, Bali. *Pros. Konferensi Nasional III Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan Indonesia*. Denpasar, 21 – 24 Mei 2002.

- Ricker, W.E., 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistic of Fish Population. *Bull. Fish. Res. Board Can.* p. 119-382.
- Said, D.S. & N. Mayasari, 2010. Pertumbuhan dan Pola Refroduksi Ikan Bada *Rasbora argyrotaenia* pada Ratio Kelamin yang Berbeda. *Limnotek.* 17 (2): 201 – 209.
- Schmittou, H.R., 1991. Guidelines for Raising Principally Omnivorous Carps, Catfishes and Tilapias in Cages Suspended in Freshwater Ponds, Lakes and Reservoirs. In: Proceedings of the People's Republic of China Aquaculture and Feed Workshop. D. Akiyama, Editor. American Soybean Association, Singapore, p. 24 - 42.
- Singh, P.K, S.R. Gaur, S.P. Tiwari, 2006. Growth Response, Survival, Feed Conversion and Protein Utilization in Fingerlings of Rohu, *Labeo rohita* (Hamilton) to Diet of Different Protein levels. *J. Fish. Aquat. Sci.* 1 (1): 97 -101.
- Supriyatna, A., 2007. Pengamatan Pertumbuhan Larva Ikan Kue, Golden Trevally (*Gnathanodon speciosus*, Forskal) dengan Pemberian Pakan Alami dan Pakan Buatan *Bul. Tek. Lit. akuakultur.* 6 (2): 81 – 83.
- Vandeputte, M., O. Linhart, H. Komen, & G. Hulata, 2008. Review on Breeding and Reproduction of European Aquaculture Species. Common Carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aqua Breeding.* pp. 12
- Wahyuni, S.L., 2009. Status Mutu Air Sungai Riam Kanan. Studi Kasus Perairan Sungai Desa Awang Bangkal Barat. Tesis. Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Pascasarjana Unlam. pp. 126