

DAYA DUKUNG DAN POTENSI PRODUKSI IKAN WADUK SEMPOR DI KABUPATEN KEBUMEN-PROPINSI JAWA TENGAH

CARRYING CAPACITY AND POTENTIAL FISH YIELD OF SEMPOR RESERVOIR AT KEBUMEN REGENCY-CENTRAL JAVA PROVINCE

Kunto Purnomo, Andri Warsa dan Endi. S Kartamihardja

Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumberdaya ikan

Teregistrasi I tanggal: 16 Mei 2013; Diterima setelah perbaikan tanggal: 03 Desember 2013;

Disetujui terbit tanggal: 10 Desember 2013

ABSTRAK

Waduk Sempor di Kabupaten Kebumen mempunyai luas 275 ha, fungsi utama untuk pengendali banjir, pengairan dan fungsi sekunder untuk perikanan tangkap dan budidaya serta pariwisata. Pengembangan perikanan tangkap dan budi daya yang berkelanjutan harus didasarkan atas potensi produksi ikan dan daya dukung perairan waduk. Penelitian ini bertujuan untuk menduga potensi produksi ikan dan daya dukung perairan waduk Sempor serta implikasi optimasi pemanfaatannya bagi pengembangan perikanan. Penelitian dilakukan dengan metode survey dan pencatatan hasil tangkapan nelayan dilakukan oleh enumerator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya dukung perairan waduk Sempor berkisar antara 72-236 ton/tahun atau setara dengan 118 unit KJA ukuran 6x6x3 m³ dengan asumsi setiap unit KJA menghasilkan 2 ton ikan per tahun. Potensi produksi ikan untuk pengembangan perikanan tangkap berkisar antara 237-307 ton/th. Daya dukung dan potensi produksi ikan berfluktuasi sesuai dengan fluktuasi tinggi muka air, luas permukaan air dan volume waduk. Dewasa ini, ikan lohan (*Cichlacoma trimaculatum*) yang termasuk ikan asing invasif dan nila (*Oreochromis niloticus*) yang termasuk ikan ekonomis merupakan jenis ikan yang dominan tertangkap. Hasil tangkapan nelayan cenderung menurun dan sangat rendah yaitu 2,3 kg/nelayan/hari. Optimasi hasil tangkapan ikan dapat dilakukan dengan penebaran ikan planktivora sebanyak 103.518-242.388 ekor per tahun dengan frekwensi dua kali dalam setahun dan pengendalian ikan asing invasif.

KATA KUNCI: Daya dukung, potensi produksi ikan, perikanan tangkap, perikanan budidaya, Waduk Sempor

ABSTRACT

*Sempor Reservoir located at Kebumen Regency has a maximum surface water area of 275 Ha, main function for flood control, irrigation, and a secondary functions for capture fisheries, cage fish culture and water recreation. Development of a sustainable capture fisheries and cage fish culture should be based on potential fish yield and carrying capacity of the reservoir, respectively. A study to estimate potential fish yield and carrying capacity of the reservoir and an implication for optimization of fisheries development has been conducted. A survey method and collection of daily fish catch by enumerators was used. Results of the study showed that estimated potential fish yield of the reservoir ranged between 237-307 ton/yr and the carrying capacity ranged between 72-236 ton/yr or equivalent to 118 units of cages, assuming one unit of cage (size 6x6x3m³) produce 2 ton of fish per year. The potential fish yield and the carrying capacity of the reservoir fluctuated according to the water level fluctuation, surface water area and volume of the reservoir. The dominant fish species caught were "lohan" (*Cichlacoma trimaculatum*), an invasive alien fish species and nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), an economical species. Fish catch of the fishers tend to decreasing with an average catch 2.3 kg/fisher/day. To optimize the fish catch some efforts should be conducted, i.e., stocking and introduction of plankton feeder species with the density between 103,518-242,388 individuals per year and stocked two times per year and controlling of invasive alien fish species.*

KEY WORDS: Carrying capacity, fish potential yield, fisheries, cage culture, Sempor reservoir

Korespondensi penulis:

Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Budidaya Ikan
Jl. Cilalawi No. 1 Jatiluhur, Purwakarta - Jawa Barat

PENDAHULUAN

Waduk Sempor di Kabupaten Kebumen mempunyai luas permukaan air maksimum 275 hektar, fungsi utama untuk pengendali banjir dan pengairan serta fungsi sekunder untuk perikanan (tangkap dan budidaya) dan pariwisata.

Estimasi potensi produksi ikan sangat penting untuk optimasi pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya ikan di suatu badan air agar tetap lestari (Bramick, 2002). Potensi produksi ikan dapat diduga dari nilai produktivitas primer perairan dan telah digunakan untuk pendugaan potensi perikanan tangkap di beberapa perairan danau Afrika (Melack, 1976). MRAG (1995) menduga potensi produksi ikan untuk keperluan pemancingan (*sport fish*) dengan cara menghubungkan antara biomassa jenis-jenis ikan dengan konsentrasi klorofil-a di perairan waduk dan danau di Amerika Serikat.

Daya dukung perairan yaitu banyaknya biomassa ikan yang dapat dihasilkan oleh kegiatan budidaya ikan dalam keramba jaring apung (KJA) dengan tanpa meningkatkan kesuburan perairan digunakan sebagai salah satu pertimbangan dalam pengembangan budidaya ikan KJA berkelanjutan di suatu badan air. Hal ini dikarenakan aktivitas budidaya ikan dalam KJA di suatu ekosistem perairan akan berdampak pada peningkatan unsur hara N dan P sehingga dapat meningkatkan kesuburan perairan tersebut (Clerk, 2004; Ahmed *et al.*, 2010; Nugent, 2009). Input dari budidaya ikan secara intensif adalah pakan, dimana sebagian dari pakan tersebut akan diubah menjadi biomassa ikan dan sebagian dibuang kekolom air

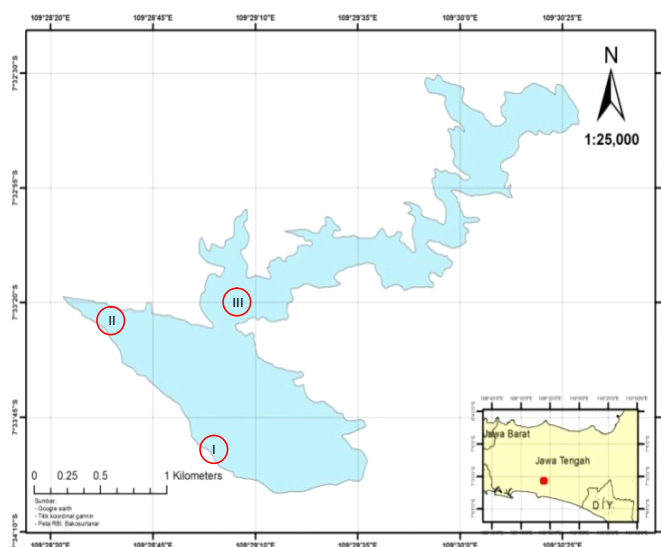
sebagai padatan organik tersuspensi dan terlarut seperti karbon, nitrogen dan fosfor (Tovar *et al.*, 2000). Dekomposisi buangan dari budidaya KJA akan menghasilkan gas-gas beracun seperti asam sulfida, dan metan yang bersifat racun serta menurunkan kandungan oksigen terlarut dalam air sehingga apabila kegiatan budidaya KJA melebihi daya dukung dan diikuti dengan proses umbalan dapat mematikan ikan budidaya (Krismono, 2005; Utoyo *et al.*, 2007). Penghitungan daya dukung atau daya tampung beban cemaran dari budidaya ikan dalam KJA telah tercantum dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 28 Tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan atau Waduk.

Tujuan penelitian adalah untuk menduga daya dukung dan potensi produksi ikan waduk Sempor bagi pengembangan perikanan budidaya dan tangkap serta implikasi bagi optimasi pemanfaatan dan pelestariannya.

BAHAN DAN METODE

Waktu, Lokasi Penelitian dan Cara Pengambilan Contoh

Penelitian dilakukan di Waduk Sempor pada bulan April dan September 2011. Pengambilan contoh air untuk penghitungan kandungan klorofil-a dan pemasangan *gillnet* percobaan dilakukan di tiga stasiun yang mewakili seluruh perairan waduk, yaitu stasiun I di daerah Dam, stasiun II di muara Kali Anget dan stasiun III di daerah keramba jaring apung (KJA) (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Waduk Sempor dan stasiun penelitian
Figure 1. Map of Sempor Reservoir and the research stations

Pengambilan contoh air untuk pengamatan khlorofil-a dilakukan pada tiga strata kedalaman yaitu 0,5; 2,0 dan 4,0 m yang disesuaikan dengan kedalaman eufotik waduk. Pengambilan contoh air tersebut dilakukan dengan menggunakan kemerer water sampler volume 5 liter. Contoh air untuk khlorofil-a diawetkan dengan menggunakan $MgCO_3$ dan analisis kandungan khlorofil-a dilakukan berdasarkan APHA (2005).

Pengambilan contoh ikan dilakukan dengan cara melakukan percobaan penangkapan dengan jaring insang percobaan ukuran mata jaring 1-4 inci dengan interval 0,5 inci sebanyak 2 set. Ikan hasil tangkapan ikan dipisahkan berdasarkan jenisnya dan diukur panjang dan beratnya dengan menggunakan mistar ukur dan timbangan digital dengan ketelitian 0,1 g. Ikan contoh kemudian diawetkan dengan menggunakan formalin 10%. Identifikasi ikan contoh dilakukan di laboratorium biologi ikan Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumberdaya Ikan berdasarkan buku Kottelat *et al.* (1993) dan Kullander (2003).

Hasil tangkapan ikan diduga berdasarkan data hasil tangkapan nelayan yang beroperasi di daerah Kedung Ringin, Sempor dan Kali Anget yang dicatat oleh enumerator setiap hari selama periode Maret-Oktober 2011.

Data hidrologi waduk yang diperlukan dalam perhitungan daya dukung perairan untuk kegiatan budidaya KJA yaitu debit air keluar, volume air waduk serta luasan waduk Sempor diperoleh dari Pengelola DAS Serayu dan Opak, Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Kebumen.

Analisis Data

Kedalaman eufotik diduga dengan menggunakan persamaan Viner (1984) dalam An & Jones (2000) dengan rumus:

$$Z_{\text{eufotik}} = 2,3 \times \text{Kecerahan (m)}$$

Pendugaan potensi produksi ikan menggunakan rumus (Alamazan & Boyd dalam Boyd, 1990) sebagai berikut:

$$Y = 1,43 + 24,48Xc - 0,15Xc^2$$

keterangan:

Y = Potensi produksi ikan (kg/ha/tahun)
Xc = Konsentrasi khlorofil-a (mg/m^3)

Jumlah Benih Ikan Untuk Penebaran

Estimasi jumlah benih ikan pemakan plankton untuk penebaran dihitung dengan persamaan Kartamihardja (2007) sebagai berikut:

$$N = (Bf * Fc * Te/W) + M$$

keterangan:

N = jumlah ikan tebaran pada waktu awal (ekor)
Bf = biomassa fitoplankton (kg/ha/tahun)
Fc = kompetisi makan ikan tebaran dengan ikan lain (persentase volume fitoplankton yang dapat dimanfaatkan oleh ikan tebaran)
Te = transfer efisiensi biomassa fitoplankton ke ikan (4 - <10%)
W = rata-rata berat ikan tebaran yang akan dipanen (kg)
M = mortalitas ikan tebaran (%)

Pendekatan lain, untuk menghitung jumlah benih ikan pemakan plankton untuk penebaran menggunakan persamaan DeSilva & Funge-Smith (2005) sebagai berikut:

$$Y = 811 - 3,18 X$$
$$Y = 15,88 + 0,184 SD$$

Keterangan: Y = produktivitas/hasil (kg/ha), SD = kepadatan benih yang ditebar (ekor/ha) serta X = kecerahan air (cm secchi disk).

Daya dukung perairan

Daya dukung perairan untuk kegiatan budidaya dihitung dengan metode Beveridge (2004) mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

1) Penentuan konsentrasi P total di perairan Waduk Sempor. P total di Waduk Sempor diestimasi dari konsentrasi khlorofil-a menggunakan persamaan regresi seperti yang diterapkan di Waduk Jatiuhur (Triyanto, 2010):

$$[Y] = 2,06P^{0,38}$$

Keterangan:

Y = Konsentrasi khlorofil-a (mg/m^3)
P = Konsentrasi P total (mg/m^3)

2) Menentukan konsentrasi P total yang dapat diterima oleh lingkungan budidaya. Untuk budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*) dan nila (*Oreochromis niloticus*) adalah $250 mg/m^3$ (Beveridge, 1984).

- 3) Daya dukung suatu perairan untuk kegiatan budidaya intensif adalah selisih antara P total ("P") yang dapat diterima lingkungan ($[P]_f$) dengan total P yang terukur ($[P]_i$).

$$\nabla P = [P]_f - [P]_i$$

∇P sangat berhubungan dengan beban masukan P total dari aktivitas budidaya (L_{ikan}), luas badan air (A), dan laju pembilasan air waduk (ρ)

$$\begin{aligned} \nabla [P] &= L_{ikan}(1-R_{ikan})z\rho \\ L_{ikan} &= \frac{[P]z\rho}{(1-R_{ikan})} \\ R_{ikan} &= x + [(1-x)R] \\ R &= \frac{1}{1+0,747\rho^{0,507}} \end{aligned}$$

- 4) P total yang dapat diterima oleh lingkungan (L_a) diduga dengan mengalikan L_{fish} dengan luas perairan waduk
 5) Produksi ikan dari budidaya intensif adalah L_a dibagi dengan rata-rata limbah P total setiap ton produksi ikan

Beban masukan P total keperairan waduk dihitung berdasarkan estimasi jumlah biomassa ikan yang boleh dibudidayakan. Perhitungan beban masukan P total dihitung dengan persamaan dari Kibria *et al.* (1996).

$$\begin{aligned} TP_{in} &= (B_t - B_0) \times RKP \times TP_{conc} \\ TP_{remov} &= (B_t - B_0) \times TP_{conc} \\ TP_{Load} &= TP_{in} - TP_{remov} \end{aligned}$$

Keterangan:

- TP_{in} = Beban masukan fosfor total dari pakan (kg)
 TP_{remov} = Total fosfor yang digunakan oleh ikan (kg)
 TP_{load} = Fosfor total yang masuk ke perairan (kg)
 B_t = Biomassa ikan saat panen (kg)
 B_0 = Biomassa ikan saat penebaran (kg)
 RKP = Rasio konversi pakan
 TP_{conc} = Konsentrasi fosfor total dalam pakan (%)

HASIL DAN BAHASAN

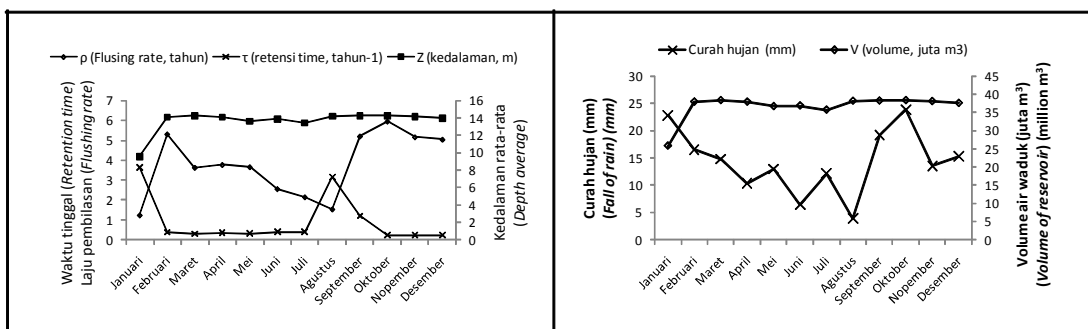
HASIL

Daya Dukung Perairan

Kecerahan perairan Waduk Sempor berkisar 2,0-2,3 m dengan rata-rata 2,15 m sehingga kedalaman zona eufotik berkisar 4,60-5,30 m dengan rata-rata 4,7 m. Kedalaman zona eufotik Waduk Sempor ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan kedalaman eufotik di Waduk Malahayu yaitu 3,5-4,2 m (Warsa & Purnomo, 2011). Hal ini juga mengindikasikan bahwa Waduk Malahayu relatif lebih subur dibandingkan dengan Waduk Sempor.

Sumber air utama yang masuk ke Waduk Sempor berasal dari Sungai Serayu. Nilai laju pembilasan air Waduk Sempor berkisar 1,24-5,95 tahun dengan rata-rata 3,77±1,6 tahun sedangkan waktu tinggal berkisar 0,22-3,67 tahun⁻¹ dengan rata-rata 0,90±1,2 tahun⁻¹ (Gambar 2).

Estimasi daya dukung perairan Waduk Sempor untuk pengembangan budidaya KJA tercantum pada Tabel 1.



Gambar 2. Hidrologi waduk Sempor (A. Waktu tinggal, laju pembilasan dan kedalaman; B. Curah hujan dan Volume waduk)

Figure 2. Hydrology of Sempor reservoir (A. Retention time, flushing rate and average of depth; B. Fall of rain and volume of reservoir).

Tabel 1. Estimasi daya dukung perairan Waduk Sempor untuk budidaya ikan KJA
 Table 1. Estimation of carrying capacity of Sempor Reservoir for fish cage culture

Parameter (Parameters)	Satuan (unit)	Rasio konversi pakan Feed conversion ratio		
		1,0	1,5	2,0
Luas (Area)	Ha	270	270	270
Volume (Volume)	10 ⁶ m ³	36,8	36,8	36,8
Kedalaman rata-rata (Average depth)	m	9,59	9,59	9,59
Debit air keluar (Outflow)	m ³	5,63	5,63	5,63
Laju Pembilasan, (Flushing rate)	tahun ⁻¹ (year ⁻¹)	1,24	1,24	1,24
P total dalam pakan (Total phosphorus)	%	2,91	2,91	2,91
Kandungan P total dalam ikan (Retention of P)	%	9,7	9,7	9,7
P total yang terbuang (P removal to environmental)	kg/ton ikan (kg/ton)	16,3	29,3	42,3
Daya dukung (Carrying capacity)	ton ikan (ton of fish)	236,2	131,0	72,0

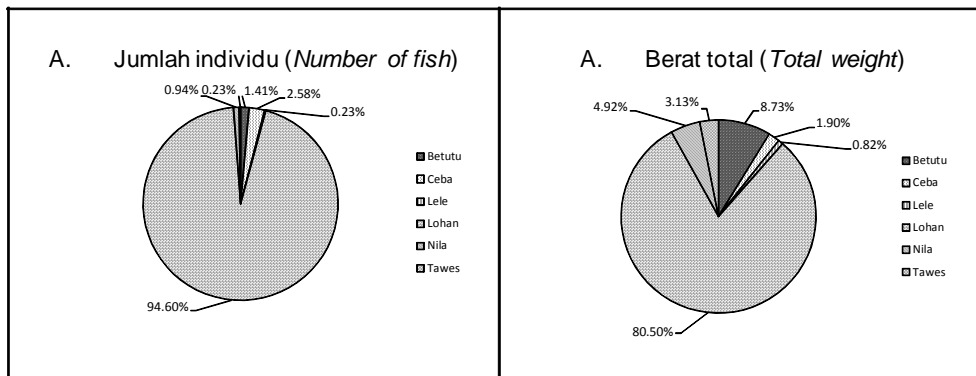
Nilai P total Waduk Sempor yang diestimasi dari klorofil-a adalah 104-184 mg/m³ dengan rata-rata 129,2 mg/m³. Perhitungan daya dukung ini didasarkan pada nilai rasio konversi pakan 1,0; 1,5 dan 2,0 dengan asumsi ikan yang dipelihara adalah ikan nila. Konsentrasi P total dalam pakan yang digunakan pada aktivitas budidaya ikan KJA di Waduk Jatiluhur berkisar 1,38-5,18% dengan rata-rata 2,91% (Sukadi, 2010), sedangkan menurut Schumittou (1991) konsentrasi rata-rata P total yang terdapat dalam pakan komersial adalah 1,2%. Daya dukung perairan Waduk Sempor untuk kegiatan budidaya ikan nila dalam KJA berkisar antara 72-236 ton/tahun.

Potensi Produksi Ikan

Jenis ikan yang terinventarisasi di Waduk Sempor selama penelitian 2011 dari hasil tangkapan jaring insang percobaan adalah ikan lohan (*Cichlasoma trimaculatum*), ceba (*Puntius binotatus*), betutu (*Oxyeleotris marmorata*), tawes (*Barbonimus gonyonotus*), nila (*Oreochromis niloticus*) dan lele (*Clarias batrachus*). Komunitas ikan di Waduk

Sempor didominasi oleh ikan lohan yang merupakan jenis ikan asing yang masuk secara tidak sengaja. Dominansi ikan lohan tersebut terlihat baik dari segi jumlah individu (84,5%) maupun berat (63,4%) (Gambar 3). Ikan nila merupakan jenis ikan yang dominan tertangkap berdasarkan hasil tangkapan nelayan. Hal ini disebabkan karena ikan nila merupakan jenis ikan ekonomis dan ikan target serta nelayan menggunakan jarring dengan ukuran mata lebih besar dari 2,5 inci.

Setiap hari jumlah nelayan yang beroperasi di Waduk Sempor hanya berkisar antara 3-5 orang dengan hasil tangkapan persatuan upaya sebesar 2,3 kg/orang/hari. Ikan nila merupakan jenis ikan yang banyak tertangkap pada setiap bulan dengan rata-rata 7,4 kg/hari. Ikan-ikan asli hanya tertangkap dalam jumlah yang sedikit (Tabel 2). Hasil tangkapan per satuan upaya nelayan di Waduk Sempor lebih kecil jika dibandingkan dengan nelayan di Waduk Malahayu yang mencapai 5,8 kg/orang/nelayan (Warsa & Purnomo, 2011).



Gambar 3. Komposisi hasil tangkapan gillnet percobaan di Waduk Sempor
 Figure 3. Catch composition of experimental gillnet at Sempor Reservoir

Tabel 2. Komposisi hasil tangkapan ikan di Waduk Sempor
 Tabel 2. Fish Catch Composition at Sempor Reservoir

Jenis Ikan Species	Hasil tangkapan (kg/hr) Fish caught (kg/day)								Rataan Average
	Maret March	April April	Mei May	Juni June	Juli July	Agustus August	September September	Oktober October	
Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	5,5	7,9	6,7	7,3	7,2	5,5	8,0	11,0	7,4
Lunjar (<i>Rasbora argyrotaenia</i>)	4,9	2,4	0,9						1,0
Gabus (<i>Channa striata</i>)	1,6		1,2	1,2	0,8			1,7	0,5
Lohan (<i>Ciclacoma trimaculatum</i>)				1,1	0,5	1,0	0,6		0,3
Lele (<i>Clarias batrachus</i>)	0,8								0,1
Ceba (<i>Puntius binotatus</i>)	0,6				0,4	0,5			0,2
Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)								7,0	0,8

Potensi produksi ikan di Waduk Sempor berdasarkan klorofil-a berkisar 90–117 kg/ha/tahun atau sekitar 237–307 ton/tahun. Jika potensi lestarnya adalah 60% dari potensi produksi (Kartamihardja, 2008) maka biomassa ikan yang boleh ditangkap sebesar 142–184 ton/tahun. Oleh karena ikan nila merupakan ikan yang mendominasi hasil tangkapan dimana rekrutmen ikan nila di waduk tidak hanya mengandalkan potensi alamnya melainkan juga dari penebaran maka nilai potensi lestari 60% dari potensi produksi ikan dapat diabaikan menjadi 100%. Potensi produksi ikan di Waduk Sempor ini

sedikit lebih rendah jika dibandingkan dengan Waduk Darma yang berkisar 83,15-152,6 kg/ha/th atau total potensi produksi 332,6-610,5 ton/tahun (Tjahjo, 2004).

Analisis kebiasaan makan ikan tertera pada Tabel 3. Hasil analisis kebiasaan makan ikan ini digunakan dalam pendugaan besarnya kompetisi makanan antar jenis ikan dan selanjutnya nilai tersebut digunakan dalam pendugaan besarnya benih ikan pemakan plankton yang perlu ditebarkan agar sumberdaya makanan alami yang tersedia dapat dimanfaatkan secara optimum.

Tabel 3. Analisis kebiasaan makanan ikan di Waduk Sempor
 Table 3. Analisis of food habits of fish at Sempor Reservoir

Jenis Ikan (<i>Species</i>)	Lohan	Ceba	Betutu	Tawes	Nila
Fitoplankton (<i>Phytoplankton</i>)	0,03	10,16	0,00	10,00	65,87
Zooplankton (<i>Zooplankton</i>)	0,002	2,83	0,00	0,00	0,14
Tumbuhan (<i>Makrophyta</i>)	1,08	2,73	0,00	90,00	33,99
Moluska (<i>Molusca</i>)	0,15	4,72	0,00	0,00	0,00
Insekta (<i>Insecta</i>)	43,18	45,42	0,00	0,00	0,00
Larva Insekta (<i>Larvae insecta</i>)	0,42	26,34	0,00	0,00	0,00
Annelida (<i>Annelida</i>)	0,08	1,58	0,00	0,00	0,00
Ikan (<i>Fish</i>)	55,03	0,00	100,00	0,00	0,00
Detritus	0,03	6,23	0,00	0,00	0,01

Sumberdaya pakan alami yang dimanfaatkan oleh ikan-ikan di Waduk Sempor, Jawa tengah terdiri atas fitoplankton, tumbuhan/makrofita, detritus, molusca (terutama kelas gastropoda), larva insekta, insekta, dan ikan (*prey*). Kebiasaan makanan ikan nila di Waduk Sempor menunjukkan kecenderungan sebagai planktivora dengan makanan utama berupa fitoplankton sebesar 95,40%. Ikan ceba (*Puntius sp.*) dan lunjar (*Rasbora argyrotaenia*) memanfaatkan insekta sebagai makanan utamanya masing-masing sebesar 70,00% dan 90,47% sehingga digolongkan sebagai insektivora. Ikan kakul (*Caculla dominae*) tergolong detritivora dengan makanan utama berupa detritus sebesar 94,12%. Ikan wader (*Puntius binotatus*) memanfaatkan tumbuhan/makrofita sebagai makanan utamanya sebesar 84,78% (Tabel 3).

Estimasi jumlah benih ikan planktivora untuk penebaran berdasarkan biomassa klorofil-*a* dengan mempertimbangkan pemanfaatannya oleh ikan yang telah ada di Waduk Sempor, berkisar antara 103.518-242.388 ekor per tahun dengan rata-rata 140.174 ekor per tahun. Jika perhitungan kebutuhan benih berdasarkan nilai kecerahan, maka jumlah benih yang diperlukan untuk penebaran berkisar antara 44.250-110.500 ekor per tahun dengan rata-rata 103.875 ekor per tahun.

BAHASAN

Daya Dukung Waduk

Daya dukung Waduk Sempor untuk kegiatan budidaya ikan dalam KJA intensif yang berkisar antara 72-236 ton/tahun atau secara kasar berkisar antara 400-944 kg/ha/th ini lebih kecil jika dibandingkan dengan Danau Toba sebesar 1.446 kg/ha/th atau total

sebesar 161.946 ton/tahun (Lukman & Hamdan, 2011). Hal ini dapat dimengerti karena tingkat kesuburan Waduk Sempor lebih tinggi jika dibandingkan dengan Danau Toba. Daya dukung perairan waduk untuk pengembangan budidaya KJA intensif akan lebih tinggi jika tingkat trofiknya berada pada tingkat kesuburan rendah (oligotrofik). Faktor yang menentukan jumlah pencemaran P total adalah konsentrasi P total, biomassa ikan yang dibudidayakan serta waktu tinggal atau laju pembilasan perairan (Pillay, 2004). Pengembangan budidaya ikan dalam KJA yang berkelanjutan dapat tercapai dengan menghasilkan ikan sebanyak 236 ton per tahun atau setara dengan 118 unit KJA ukuran 6x6x3 m³ dengan asumsi produksi ikan per unit KJA dalam satu tahun sebesar 2 ton. Waduk Sempor termasuk waduk kecil yang tidak begitu luas, sehingga apabila waduk ini dikembangkan untuk perikanan budidaya KJA akan cepat memberikan dampak negatif terhadap kualitas lingkungan perairan waduk. Disamping itu, budidaya ikan dalam KJA memerlukan modal intensif terutama untuk pembelian pakan yang umumnya mencapai 60-70% dari total biaya produksi. Oleh karena itu, opsi terbaik dalam rangka pengembangan perikanan di waduk Sempor adalah perikanan tangkap berbasis budidaya atau *Culture Based Fisheries (CBF)*. Perikanan tangkap berbasis budidaya adalah kegiatan perikanan tangkap dimana ikan hasil tangkapan berasal dari benih ikan hasil budidaya yang ditebarkan ke badan air dan benih ikan yang ditebarkan tumbuh dengan memanfaatkan makanan alami yang tersedia. Penebaran benih ikan biasanya dilakukan secara rutin karena ikan hanya tumbuh dan tidak diharapkan berkembang biak (De Silva, 2001; De Silva *et al.*, 2006). Contoh pengembangan CBF yang berhasil di perairan waduk Indonesia adalah di Waduk Malahayu, Brebes (Kartamihardja *et al.*, 2011).

Potensi Produksi Ikan

Komposisi ikan hasil tangkapan ikan yang diperoleh dari *gillnet* percobaan dengan data dari enumerator berbeda. Data enumerator menunjukkan, ikan yang dominan tertangkap adalah nila sedangkan dari *gillnet* percobaan ikan yang dominan tertangkap adalah lohan. Ikan ini bukan merupakan jenis ikan ekonomis penting namun mendominasi populasi ikan di Waduk Sempor (Hedianto & Purnomo, 2012). Hal ini berkaitan dengan ukuran ikan lohan yang relative lebih kecil dibandingkan dengan ikan nila untuk keperluan konsumsi sebagai ikan target nelayan, sedangkan ukuran mata jaring *gillnet* percobaan yang digunakan ada yang berukuran kurang dari 2 inci yang merupakan mata jaring efektif untuk menangkap lohan dan nelayan menggunakan mata jaring lebih besar dari 2,5 inci. Ikan nila ini juga merupakan jenis ikan yang dominan tertangkap di Waduk Malahayu dan Situ Panjalu (Purnomo & Warsa, 2011; Warsa dan Purnomo, 2011^a). Ikan nila juga merupakan jenis ikan introduksi dan ikan dominan tertangkap pada beberapa perairan danau di Cote d'Ivoire, Sri Lanka dan Philipina (Kolding & Zwieta, 2006; Wijeyanake *et al.*, 2007; Taabu & Munyaho, 2004). Perbedaan komposisi hasil tangkapan nelayan dan *gillnet* percobaan karena perbedaan ukuran mata jaring yang digunakan. Umumnya nelayan menggunakan ukuran mata jaring lebih besar dari 2,5 inci sehingga ikan yang tertangkap merupakan ikan dengan ukuran besar. Ukuran ikan yang tertangkap pada suatu ukuran mata jaring tertentu akan proposional dengan ukuran panjang maksimal ikan (Ozekinci, 2005). Faktor lain yang menyebabkan perbedaan komposisi hasil tangkapan adalah nelayan hanya menangkap ikan ekonomis penting sebagai ikan target.

Nilai potensi produksi ikan (90–117 kg/ha/tahun atau sekitar 237–307 ton/tahun) untuk pengembangan perikanan tangkap di Waduk Sempor (luas 250 ha) lebih rendah jika dibandingkan dengan Waduk Malahayu (luas 720 ha) yang mencapai 690,2 kg/ha/th atau total potensi produksi sebesar 497 ton/tahun (Warsa & Purnomo, 2011). Hal ini sesuai dengan karakter limnologis waduk Malahayu yang relatif dangkal dengan perairan yang lebih subur dibandingkan dengan Waduk Sempor yang relative lebih dalam dengan perairannya yang kurang subur. Produksi total ikan dari hasil tangkapan nelayan di Waduk Sempor pada tahun 2011 masih sangat kecil, yaitu 72,3 ton dibandingkan dengan potensinya. Oleh karena itu, peluang peningkatan produksi hasil tangkapan nelayan masih tinggi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi hasil tangkapan ikan adalah dengan penebaran atau introduksi ikan. Jumlah benih yang ditebar akan

menentukan produksi ikan pada suatu badan air (Cowan *et al.*, 1997). Semakin tinggi padat tebar maka akan semakin besar produksi ikan yang dihasilkan hingga mendekati daya dukungnya yang ditentukan berdasarkan produktivitas primer (Quiros, 1999).

Penebaran ikan nila yang selama ini sering dilakukan diperkirakan tidak akan banyak meningkatkan laju rekrutmen alaminya karena Waduk Sempor yang relatif dalam mempunyai daerah littoral sebagai habitat pemijahan ikan nila yang sangat terbatas. Oleh karena itu, penebaran ikan nila harus dilakukan secara berulang-ulang, minimum dua kali dalam setahun. Selang waktu penebaran tersebut disesuaikan dengan laju pertumbuhan ikan nila yang dalam waktu enam bulan sudah mencapai ukuran konsumsi. Jumlah optimum benih ikan yang harus ditebarkan di waduk Sempor berkisar 376-881 ekor/ha dengan rata-rata 509 ekor/ha. Disamping penebaran ikan, upaya lain yang harus dilakukan adalah pengendalian ikan lohan karena ikan lohan merupakan spesies asing invasif, kompetitor makanan dan ruang (habitat) dengan ikan nila serta bukan merupakan ikan ekonomis penting. Selain ikan nila, ikan pemakan plankton yang dapat hidup mengisi daerah pelagis waduk, misalnya ikan bandeng (*Chanos chanos*) perlu dipertimbangkan. Di Waduk Djuanda, penebaran ikan bandeng dengan kepadatan 250 ekor/ha telah mampu memanfaatkan kelimpahan fitoplankton di daerah pelagis dan meningkatkan total hasil tangkapan ikan nelayan (Kartamihardja, 2007; Kartamihardja, 2009). Sistem penebaran ikan secara rutin dan benih ikan yang ditebarkan tumbuh hanya berdasarkan sumberdaya makanan alaminya disebut Perikanan Tangkap berbasis Budidaya (*Culture Based Fisheries/CBF*). Perikanan tangkap berbasis budidaya ini sangat sesuai diterapkan di perairan waduk yang tidak begitu luas. Menurut kriteria FAO waduk yang berukuran kecil adalah waduk yang mempunyai luas < 400 ha (De Silva & Funge-Smith, 2005; De Silva *et al.*, 2006) sehingga berdasarkan kriteria tersebut Waduk Sempor termasuk badan air yang berukuran kecil. Das *et al.* (2008) menyatakan bahwa di waduk kecil, padat tebar ikan berkisar antara 400–500 ekor/ha. Penebaran benih ikan dengan kepadatan yang berkisar 217–870 ekor/ha/tahun di 15 waduk yang luasnya <250 ha di Sri Lanka dapat meningkatkan hasil tangkapan berkisar 42,8–134,4% (Pushpalatha & Chandrasoma, 2010).

KESIMPULAN

Pengembangan budidaya ikan dalam KJA yang berkelanjutan di Waduk Sempor harus sama atau di bawah daya dukung perairannya yang berkisar antara

72-236 ton per tahun atau setara dengan 118 unit KJA ukuran 6x6x3 m³ dengan asumsi produksi ikan per unit KJA dalam satu tahun sebesar 2 ton ikan. Peluang pengembangan perikanan tangkap di Waduk Sempor masih cukup besar dapat mencapai 307 ton per tahun. Optimasi pemanfaatan Waduk Sempor dapat dilakukan dengan penebaran benih ikan planktivora dan dapat mengisi daerah pelagis sebanyak 103.518-242.388 ekor dengan rata-rata 140.174 ekor dan frekwensi penebaran dua kali dalam setahun serta pengendalian ikan asing invasif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, R., A. M Shahabuddin., M. A. B Habib & M. S. Yasmin. 2010. Impact of aquaculture practices in Naogaon Distric of Bangladesh. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology* 5 (2). 56 – 65p
- Bramick. U. 2002. Estimation of the fish yield potential of lake in north-east Germany. Edited by Cowx I.G. *Management and Ecology of lake and reservoir fisheries*. Blackwell Science. Iowa. 26 – 33.
- Clerk. S., D. T Selbie & J.P Smol. 2004. Cage aquaculture and water quality changes in the LaCloche Channel, Lake Huron, Canada: a Paleolimnological assessment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci* 61. 1691 – 1701p
- Cowan. V., M. Aeron-Thomas & I Payne. 1997. *An evaluation of floodplain stock enhancement*. MRAG. 116p
- De Silva, S.S. 2001. Reservoir and culture-based fisheries: biology and management. Proceedings of an International Workshop held in Bangkok, Thailand from 15–18 February 2000. ACIAR Proceedings No. 98. 384pp
- De Silva. S. S & S. Funge-Smith. 2005. A review of stock enhancement practices in the inland water fisheries of Asia, Asia-Pacific Fishery Commission, Bangkok. Thailand., RAP Publication No 2005/12:93p.
- De Silva, S, S., U. S Amarasinghe & T. T. T Ngunyen (eds). 2006. Better-practice approach for culture-based fisheries development in Asia. ACIAR Monograph No 120: 69p
- Kartamihardja, E.S. 2007. Spektra ukuran biomasa plankton dan potensi pemanfaatannya bagi komunitas ikan di zona limnetik Waduk Ir. Djuanda, Jawa Barat. Disertasi, Sekolah Pasca Sarjana IPB. 165 hal.
- Kartamihardja, E.S., K. Purnomo, S. Koeshendrajana & B.I. Prisantoso. 2011. Ko-manajemen Perikanan Tangkap berbasis Budidaya di Waduk Malahayu, Brebes-Jawa Tengah. Petunjuk Teknis. Puslit Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan. Badan Litbang KP, Jakarta. 25 hal.
- Kartamihardja, E. S. 2009. Mengapa ikan bandeng di introduksi di Waduk Djuanda, Jawa Barat?. *Dalam* Kartamihardja, E. S., M. T. D Sunarno., N.N., Wiadnyana., M. F. Rahardjo & Krismono (Eds). Forum Nasional Pemacuan Sumberdaya Ikan II. Departemen Kelautan dan Perikanan: 1-14p
- Kibria, G., D. Nugegoda., P. Lam & R. 1996. Aspects of phosphorus pollution from aquaculture, *Naga The ICLARM Quarterly* 19(3): 20 – 24p
- Kolding, J. & P.A.M. van Zwieten. 2006. *Improving productivity in tropical lakes and reservoirs*. Challenge Program on Water and Food - Aquatic Ecosystems and Fisheries Review Series 1. Theme 3 of CPWF, C/o WorldFish Center, Cairo, Egypt. 139 pp.
- Krismono. 2005. Mengapa ikan di KJA Waduk Wonogiri tidak mengalami kematian massal?. *Warta* 11(2). 8 - 10hal
- Kullander, S. O. 2003. Family cichlidae (cichlids). p. 605-654. *In* R.E. Reis, S.O. Kullander & C. J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
- Lukman & A. Hamdan. 2011. Estimasi daya dukung perairan Danau Toba Sumatera Utara untuk pengembangan budidaya ikan dengan keramba jaring apung. *Limnotek* 18(2). 170-177p
- Melack J.M. 1976. Primary productivity and fish yield in tropical lakes. *Trans Am. Fish. Soc* 105: 575-580.
- MRAG, 1995. *A synthesis of simple empirical models to predict fish yield in tropical lakes and reservoirs*. Fisheries Management Science Programme of the Overseas Development Administration. Project report R. 6178 (MRGA). 109.
- Nugent, C. 2009. Review of environmental impact assessment and monitoring in aquaculture in Africa. *In* FAO. Environmental impact assessment and monitoring in aquaculture. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 527. Rome, FAO. 59–151p.

- Ozekinci, U. 2005. Determination of the selectivity of monofilaments gillnets used for catch the Annular Sea Bream (*Diplodus annularis* L., 1758) by length-girth relationships in Izmir Bay (Aegean Sea). *Turk J Vet Anim Sci* 29. 375-380.
- Pillay, T.V. R. 2004. *Aquaculture and the environmental*. Second edition. Blackwell Publishing. 196p
- Purnomo, K & A, Warsa. 2011. Struktur komunitas dan relung makanan ikan pasca introduksi ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) di Waduk Malahayu, Kabupaten Brebes. *J. Lit. Perikanan. ind* (17(1):
- Pusphalatha, K, B, C & J. Chandrasoma, 2010. Culture-based fisheries in minor perennial reservoirs in Sri Lanka: Variability in production, stocked species and yield implication. *J. Appl. Ichthyol* 26: 99 – 104p
- Quiros, R. 1999. The relationships between fish yield and stocking density in reservoirs from tropical and temperate regions. Tundisi, J. G & M. Straskraba (ed). *Theoretical reservoir ecology and its applications*. 67 – 83
- Schmittou, H. R. 1991. *Budidaya keramba: Suatu metode produksi ikan di Indonesia*. Alih bahasa: Ilyas, S. FRDP. Puslitbang Perikanan. 125hal
- Sukadi, M. F. 2010. Ketahanan dalam air dan pelepasan nitrogen & fosfor ke air dari berbagai pakan ikan air tawar. *Jurnal Riset Akuakultur* 5(1). 1 – 12hal
- Taabu & A. Munyaho, 2004. *Assessment of the status of the stock and fishery of Nile perch in lake Victoria, Uganda*. Final project. The United Nationals University. 53p
- Tjahjo, D.W.H. 2004. Kemantapan hasil tangkapan, keterkaitannya dengan sintasan, pertumbuhan dan intensitas penangkapan udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) yang ditebarkan di Waduk Darma, Kuningan-Jawa barat. *Disertasi*. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor: 149p (tidak dipublikasi)
- Tovar, A., C. Moreno., M.P Manuel-Vez & M.G Vargas. 2000. Environmental impact of intensive aquaculture in marine waters. *Wat. Res* 34 (1). Elsevier. 334 – 342p
- Utoyo, A. Mansyur., A. Mustafa, Hasnawi & A. M. Tangko. 2007. Pemilihan lokasi budidaya ikan, rumput laut dan tiram mutiara yang ramah lingkungan di Kepulauan Togean, Sulawesi Tengah. *Jurnal Riset Akuakultur* 2 (3). 303 – 318hal.
- Warsa, A & K. Purnomo. 2011. Efisiensi pemanfaatan energi cahaya matahari oleh fitoplankton dalam proses fotosintesis di Waduk Malahayu.. *BAWAL* 3(5):311-319p.
- Warsa, A & K. Purnomo. 2011^a. Potensi produksi ikan dan status perikanan di Waduk Malahayu, Kabupaten Brebes Jawa Tengah. *J. Lit. Perikanan. Ind* 17(4): 229-237p
- Wijenayake, W.M.H.K, U.S. Amarasinghe & S.S. De Silva. 2007. Performance of GIFT strain of *Oreochromis niloticus* in culture-based fisheries in non-perennial reservoirs, Sri Lanka. *Sri Lanka J. Aquat. Sci* 12. 1-18.