

Penentuan Daya Dukung Perairan untuk Perikanan Alami (Studi Kasus: Situ Cilala, Kabupaten Bogor)

(Aquatic Carrying Capacity Assessment for Extensive Fishing (Case Study: Cilala Lake, Bogor Regency))

Novita MZ^{1*}, Kadarwan Soewardi², Niken Tunjung Murti Pratiwi²

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji daya dukung perairan untuk perikanan alami. Penelitian dilakukan di Situ Cilala, Desa Jampang, Bogor. Penentuan daya dukung ini didasarkan pada nilai produktivitas primer yang didapatkan dari nilai klorofil yang merupakan gambaran dari keberadaan fosfat di perairan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya dukung Situ Cilala untuk ikan alami adalah 3,51 ton/tahun. Jenis ikan yang ditebar adalah ikan nila, karena ikan ini memiliki toleransi yang baik terhadap perubahan kondisi lingkungan. Selain itu, ikan yang ditebar seharusnya bukan merupakan mangsa atau predator bagi ikan yang ada di perairan. Ukuran ikan yang ditebar diasumsikan 25 g dan dapat dipanen pada ukuran 250 g dalam waktu 4–6 bulan, sehingga jumlah benih yang ditebar maksimum adalah 15.602 ekor/tahun untuk dua musim pemanenan. Penebaran ikan disesuaikan dengan penambahan jumlah keramba ikan hias.

Kata kunci: daya dukung, keramba, perikanan alami, Situ Cilala

ABSTRACT

This study aimed to assess the aquatic carrying capacity for extensive fishing. The study was conducted in Cilala Lake, Jampang Village, Bogor. The carrying capacity was determined based on primary productivity using the chlorophyll value, which is indicating the existence of phosphate in waters. The result showed that carrying capacity of Cilala Lake for extensive fishing was 3.51 tons/year. Tilapia was the fish which could be restocked, because it has high tolerance to waters condition and there's not prey or predator for this fish. If fish for restocking was assumed about 25 g in size and would be about 250 g after 4–6 months (harvest size), then the maximum stocked was 15.602 fingerlings/year for two periods. The number of fish pen cage available on the lake should be considered in calculating the number of fish for restocking.

Keywords: carrying capacity, Cilala lake, extensive fishing, pen cage

PENDAHULUAN

Situ Cilala merupakan salah satu ekosistem akuatik menggenang yang tergolong dangkal dengan kedalaman rata-rata 1,88 m dan luas 12 ha (Novita 2013). Situ Cilala awalnya ditujukan untuk daerah resapan air, pengendali banjir, dan sumber air, tetapi masyarakat kini memanfaatkannya untuk usaha ikan hias dengan menggunakan keramba. Tipe keramba yang dikembangkan adalah tipe pen dengan jenis ikan yang dipelihara didominasi oleh ikan mas koki. Keramba tipe pen merupakan jenis keramba yang dibangun pada perairan dangkal dengan luasan yang relatif sempit. Beveridge (1984) menyebutkan bahwa jenis keramba ini di bangun pada perairan dengan kedalaman <10 m dan luas 1–50 ha. Berdasarkan hasil pengamatan, jumlah keramba saat ini telah mencapai 575 unit.

Kegiatan perikanan keramba ini akan menyumbang bahan organik ke perairan, baik dari sisa pakan terbuang, maupun dari sisa metabolisme, misalnya urin, dan feses. Bahan organik yang masuk ke perairan akan didekomposisi menjadi nutrisi, contohnya nitrogen (N), dan fosfor (P). Penambahan beban nutrisi ke perairan berpotensi terjadinya eutrofikasi. Kondisi ini tidak baik bila diiringi dengan meledaknya populasi fitoplankton dan penurunan kualitas perairan lainnya.

Andersen *et al.* (2006) menyatakan bahwa peningkatan nutrisi di perairan, khususnya N dan P, dapat memicu pertumbuhan fitoplankton dan tumbuhan air yang dapat memengaruhi struktur, fungsi, dan keseimbangan ekosistem. Anderson *et al.* (2002) menjelaskan bahwa meledaknya jenis fitoplankton tertentu, khususnya jenis fitoplankton beracun (*harmful algal blooms* (HABs)) akan menyebabkan perairan menjadi toksik dan dapat berdampak kematian bagi beberapa organisme yang ada di perairan. Paerl dan Otten (2013) menambahkan, selain menyebabkan perairan menjadi toksik, meledaknya jumlah fitoplankton di perairan dapat menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut di perairan menjadi menurun dan memburuk bila terjadi hipoksia atau anoksik karena adanya pemanfaatan oksigen

¹ Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Perairan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680.

² Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680.

* Penulis Korespondensi: E-mail: reynmz@gmail.com

berlebih untuk respirasi dan dekomposisi fitoplankton yang mati. Kondisi ini akan berdampak buruk terhadap produksi ikan keramba (Beveridge 2004).

Dampak negatif dari peningkatan nutrisi di perairan ini dapat dicegah dengan membatasi jumlah nutrisi yang masuk ke perairan. Pembatasan jumlah nutrisi yang masuk ke perairan dapat dilakukan dengan membatasi jumlah keramba yang dibangun. Pembatasan jumlah keramba ini dilakukan dengan penentuan daya dukung perairan untuk kegiatan keramba.

Legović *et al.* (2008) menyatakan bahwa daya dukung dapat diartikan sebagai produksi maksimum dari suatu spesies atau populasi yang dapat ditampung oleh ekosistem. McKindsey *et al.* (2006) menambahkan bahwa daya dukung dapat dibagi menjadi empat, yaitu fisik, produksi, ekologi, dan sosial. Secara ekologi, daya dukung merupakan tingkat suatu proses atau peubah yang dapat berubah dalam suatu sistem, namun tidak membuat struktur dan fungsinya melebihi batas tertentu yang dapat diterima (Costa-Pierce & Byron 2010). Daya dukung ditentukan oleh kemampuan lingkungan menopang ekosistem, meliputi produktivitas primer dan jenis ikan (Kurnia 2011), serta ketersediaan nutrisi (Beveridge 1984).

Novita (2013) telah melakukan penelitian mengenai daya dukung Situ Cilala untuk kegiatan keramba ikan hias. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa perairan Situ Cilala mampu menampung 900 unit keramba dengan ukuran keramba $10 \times 5 \times 0,75 \text{ m}^3$. Penentuan daya dukung untuk keramba saja tidak cukup untuk menjaga perairan tetap dalam kondisi baik. Penambahan jumlah keramba harus diikuti dengan penebaran ikan alami yang dimaksudkan untuk memanfaatkan fitoplankton yang tumbuh seiring dengan masuknya bahan organik dari kegiatan keramba. Perpaduan antara kegiatan keramba dan ikan alami ini dikenal dengan istilah *ranching*.

Bell *et al.* (2008) menyebutkan bahwa *ranching* dapat diartikan sebagai pemeliharaan ikan pada kawasan perairan yang terisolasi secara alamiah sehingga ikan yang ditebar dapat dipastikan tidak berpindah tempat dan dapat ditangkap kembali.

Ranching juga dapat diartikan sebagai kegiatan memasukkan juvenil hasil budi daya ke dalam perairan untuk dipanen pada ukuran panen tanpa menyebabkan adanya rekrutmen melalui kegiatan pemijahan.

Selain untuk memanfaatkan fitoplankton yang tumbuh akibat masukan bahan organik dari kegiatan keramba, penebaran ikan alami ini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan pendapatan masyarakat, misalnya pengembangan kegiatan wisata pemancingan, perikanan tangkap, dan dapat pula diikuti dengan pembangunan restoran. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji daya dukung perairan Situ Cilala untuk perikanan alami, yakni ikan yang ditebar di luar keramba dan tumbuh berkembang dengan memakan makanan alami yang tersedia. Penentuan daya dukung ini didasarkan pada nilai produktivitas primer yang didasarkan pada nilai klorofil yang menggambarkan kondisi fosfat di perairan.

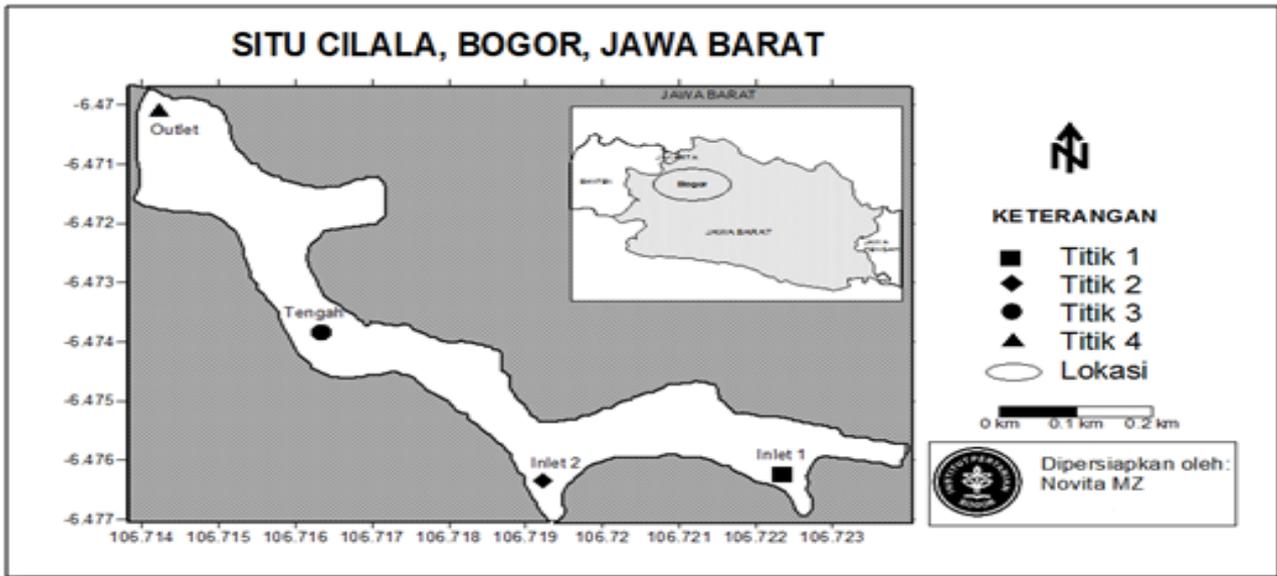
METODE PENELITIAN

Penelitian dibagi menjadi penelitian lapang dan penelitian laboratorium. Penelitian lapang dilakukan di Situ Cilala, Desa Jampang, Kecamatan Kemang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat untuk pengumpulan data fisika, kimia, dan biologi perairan (Tabel 1; Eaton *et al.* 2005). Pengamatan dan pengambilan contoh kualitas air dilakukan pada empat stasiun pengamatan (Gambar 1). Lokasi pengambilan contoh air dilakukan pada bagian permukaan yang meliputi dua stasiun di inlet, bagian tengah, dan daerah outlet. Pengambilan contoh air dilakukan pada bulan Juli sebanyak satu kali pengambilan. Penelitian laboratorium bertujuan untuk menganalisis parameter fisika, kimia, dan biologi perairan (Tabel 1) yang dilakukan di Laboratorium Fisika Kimia, Bagian Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Analisis yang dilakukan merupakan analisis parameter fisika, kimia, dan biologi perairan. Selain untuk melihat kondisi perairan, parameter fisika, kimia, dan biologi perairan yang dianalisis ini dapat

Tabel 1 Pengukuran parameter kualitas air yang diamati

Parameter	Satuan	Metode/alat ukur	Keterangan
Fisika			
Suhu	°C	Termometer	<i>In-situ</i>
Kecerahan	cm	Visual, <i>Secchi disk</i>	<i>In-situ</i>
Kimia			
pH	-	pH <i>stick</i> , 1 unit	<i>In-situ</i>
DO	mg/L	Iodometri	<i>In-situ</i>
Ortofosfat	mg/L	<i>Molybdate ascorbic Acid</i> , Spektrofotometer	<i>Ex-situ</i>
Total Fosfat	mg/L	<i>Molybdate ascorbic Acid</i> , Spektrofotometer	<i>Ex-situ</i>
Amonia	mg/L	<i>Phenate</i> , Spektrofotometer	<i>Ex-situ</i>
Nitrit	mg/L	<i>Sulfanilamide</i> , Spektrofotometer	<i>Ex-situ</i>
Nitrat	mg/L	<i>Brucine</i> , Spektrofotometer	<i>Ex-situ</i>
Biologi			
Klorofil-a	mg/m ³	Spektrofotometer	<i>Ex-situ</i>



Gambar 1 Lokasi penelitian di Situ Cilala, Kabupaten Bogor bagian Barat.

digunakan untuk menentukan status kesuburan perairan dan sebagian digunakan dalam penentuan daya dukung perairan untuk ikan alami. Salah satu indeks yang digunakan untuk menentukan status kesuburan perairan adalah *Trophic State Index* (TSI) (Carlson 1977) yang menggunakan parameter kedalaman *Secchi disk*, total fosfat, dan klorofil.

Produksi ikan dan daya dukung lingkungan untuk kegiatan perikanan alami hampir seluruhnya bergantung terhadap produksi plankton. Oleh karena itu, penentuan daya dukung ikan alami dilakukan dengan pendekatan produktivitas primer yang menggambarkan keberadaan fitoplankton di perairan. De Silva *et al.* (2006) menyatakan bahwa pengukuran produktivitas primer merupakan langkah yang sering dilakukan untuk menduga produksi ikan dan menentukan kecocokan perairan untuk kegiatan *ranching*.

Nilai produktivitas primer (ΣPP) diperoleh dari nilai klorofil maksimum yang bisa diterima oleh perairan. Nilai klorofil maksimum yang digunakan dibatasi pada kondisi eutrof ringan. Hal ini bertujuan agar hasil yang diperoleh maksimum tanpa memperburuk kondisi perairan. Berdasarkan hubungan TSI dan klorofil, Carlson (1977) menyebutkan bahwa nilai klorofil saat kondisi eutrof adalah 20 mg/m³. Nilai klorofil ini kemudian digunakan untuk menentukan nilai produktivitas primer, mengacu pada Smith (2007):

$$\Sigma PP = \frac{483 \cdot Chla^{1,33}}{9 + 1,15 \cdot Chla^{1,33}}$$

Nilai produktivitas primer kemudian dikonversi untuk mendapatkan nilai persentase produksi ikan tahunan menggunakan tabel konversi yang disajikan oleh Beveridge (1984), yang menyebutkan bahwa berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap ikan nila pada perairan yang subur, produksi yang bisa diperoleh berkisar antara 1–3% dari produktivitas primer, bergantung kepada tingkat produktivitas primer perairan (Tabel 2). Tabel ini merupakan hasil

Tabel 2 Tabel konversi produksi ikan dari produktivitas primer (PP) per tahun (Beveridge 1984)

ΣPP (gC/m ² /tahun)	% Konversi produksi ikan tahunan (g ikan C/m ² /tahun)
<1000	1,0–1,2
1000–1500	1,2–1,5
2000–2500	2,1–3,2
2500–3000	3,2–2,1
3000–3500	2,1–1,5
3500–4000	1,5–1,2

konversi kandungan karbon pada plankton menjadi kandungan karbon pada ikan, dimana Gulland (1970) dalam Beveridge (1984) mengasumsikan bahwa kandungan karbon pada ikan segar adalah 10% dari berat basahnya. Jumlah ikan yang bisa ditampung oleh perairan bergantung kepada ukuran ikan yang ditebar dan ukuran ikan panen yang diharapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum dan Status Perairan Situ Cilala

Situ Cilala terletak pada 6° 28' LS dan 106° 42'–106° 43' BT. Situ Cilala dilengkapi dengan dua inlet dan satu outlet yang bermuara di daerah Ciseeng. Tepian situ berbatasan dengan perumahan, warung makan, jalanan, dan perkebunan. Semua kegiatan di sekitar perairan menyumbang masukan bahan organik ke perairan.

Kedalaman rata-rata Situ Cilala saat ini mencapai 1,70 m dengan kedalaman maksimum 4,60 m, menurun bila dibandingkan dengan penelitian Pratiwi *et al.* (2007) yang menyatakan kedalaman rata-rata 2,05 m dan kedalaman maksimum 5,90 m. Penurunan kedalaman disebabkan oleh adanya pendangkalan akibat kegiatan di sekitar perairan, contohnya perkebunan dan pembangunan kolam-kolam pemeliharaan ikan.

Nilai parameter fisika, kimia, dan biologi perairan Situ Cilala dapat dikatakan masih baik digunakan untuk kegiatan perikanan jika dibandingkan dengan baku mutu kelas 3 (peruntukan kegiatan perikanan) pada PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Tabel 3). Nilai TSI yang diperoleh berkisar antara 65–75, sehingga perairan Situ Cilala tergolong eutrofik sedang-berat. Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas perairan tinggi dengan keanekaragaman rendah.

Jika dibandingkan dengan perairan lain, seperti Situ Bagendit di Garut pada tahun 2012, kondisi perairan ini masih tergolong baik. Amelia *et al.* (2012) menyebutkan bahwa nilai nitrat dan ortofosfat rata-rata di Situ Bagendit masing-masing adalah 2,71 dan 0,22 mg/L, lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata nitrat dan ortofosfat di Situ Cilala, yakni 1,03 dan 0,18 mg/L. Kondisi ini juga lebih baik dibandingkan dengan Waduk Cirata, Jawa Barat yang justru sudah mengalami eutrof pada tahun 2002 dengan nilai nitrat rata-rata 2,11 mg/L (Garno 2002) dan meningkat menjadi hipereutrof pada tahun 2013 (Soegesty 2013). Namun kualitas perairan Situ Cilala sedikit lebih rendah dibandingkan dengan Situ Cileunca, Bandung pada tahun 2011 yang menunjukkan rata-rata nitrat dan fosfat masing-masing 0,25 dan 0,16 mg/L (Rahman & Purnamaningtyas 2011).

Daya Dukung Perairan untuk Perikanan Alami

Kenchington dan Hudson (1984) menjelaskan bahwa daya dukung adalah jumlah atau kuantitas maksimum ikan yang dapat didukung oleh suatu badan air dalam jangka panjang, yang dipengaruhi oleh waktu pembilasan (*flushing time*), volume badan air, dan beban limbah yang masuk ke perairan. Daya dukung untuk kegiatan pemeliharaan ikan merupakan daya atau kekuatan suatu perairan dalam menampung jumlah ikan tertentu pada lingkungan tertentu untuk dapat memenuhi kebutuhan populasi ikan yang dipelihara tanpa menurunkan kualitas perairan.

Penentuan daya dukung perairan biasanya didasarkan kepada unsur bahan pencemar, khususnya fosfor dan nitrogen, yang terdapat pada pakan yang masuk ke perairan. Unsur P dan N merupakan

unsur yang memengaruhi kesuburan perairan, namun P lebih sering menjadi penyebab utama. Hal ini dikarenakan N dapat mengalami denitrifikasi sehingga larut di dalam air, berbeda halnya dengan P yang dapat mengendap dan terakumulasi di sedimen. Selain itu, fosfat merupakan jenis limbah yang banyak dihasilkan dari kegiatan keramba di perairan tawar dibandingkan dengan nitrogen (Guo *et al.* 2009). Oleh karena itu, penentuan daya dukung ikan alami dilakukan dengan pendekatan produktivitas primer, diperoleh dari nilai klorofil yang merupakan gambaran kondisi fosfat di perairan.

Nilai klorofil yang digunakan sebagai batas penentu daya dukung adalah nilai klorofil saat kondisi perairan eutrof ringan. Nilai produktivitas primer yang diperoleh dari nilai klorofil pada batas eutrof sebesar 20 mg/m³ adalah 366,61 gC/m²/tahun. Hasil konversi pada tabel Beveridge menunjukkan bahwa produktivitas ikan mencapai 0,8%. Berdasarkan hasil perhitungan dengan asumsi kandungan karbon pada ikan adalah 10% dari bobot basah, didapatkan daya dukung untuk kegiatan ikan alami adalah sebesar 3,51 ton/tahun (Tabel 4).

Nilai daya dukung ini dapat digunakan untuk menentukan jumlah ikan yang dapat di-*restocking* ke perairan. *Restocking* dapat diartikan sebagai kegiatan memasukkan ikan hasil budi daya ke dalam perairan untuk dipanen pada ukuran panen tanpa menyebabkan adanya rekrutmen melalui kegiatan pemijahan (Bell *et al.* 2008). Kegiatan *restocking* ini dapat dimanfaatkan untuk kegiatan wisata pemancingan atau perikanan tangkap yang bertujuan untuk meningkatkan pendapatan masyarakat.

Penebaran ikan perlu memerhatikan jenis ikan dan ukuran ikan yang ditebar. Ikan yang ditebar hendaknya bersifat natif, dapat mencapai ukuran panen dalam waktu singkat, dan akumulasi biomassa dapat terbentuk dengan cepat (Mims & Onders 2012). Ikan yang ditebar hendaknya juga dapat dipanen dengan mudah menggunakan alat tangkap pancing, dan tidak mengalami pemijahan selama di perairan (dapat dikontrol dengan monoseks dan hibridisasi). Ikan ini juga hendaknya dapat dipelihara dengan jenis lain sehingga dapat memaksimalkan pemanfaatan makanan dan ruang (De Silva *et al.* 2006).

Beveridge (2004) menyebutkan jenis planktivora, detritifora, dan omnivora, seperti mas dan nila, cocok dijadikan sebagai jenis yang ditebar untuk kegiatan perikanan alami. Selain itu, penentuan jenis ikan yang ditebar di perairan juga bertujuan agar penebaran yang dilakukan tidak mengganggu atau terganggu

Tabel 3 Nilai hasil pengukuran parameter fisika, kimia, dan biologi perairan Situ Cilala pada bulan Juli 2014

Parameter	Satuan	St 1	St 2	St 3	St 4
Suhu	°C	30	30,2	30,4	30,5
pH	-	6	6	6	6
DO	mg/L	5,10	4,70	4,80	5,40
Kecerahan	m	0,64	0,52	0,79	0,65
Kedalaman	m	0,9	0,64	2,11	2,09
Nitrat	mg/L	1,21	0,91	1,19	0,79
Nitrit	mg/L	0,05	0,04	0,05	0,04
Amonia	mg/L	0,93	1,47	1,08	0,79
Ortofosfat	mg/L	0,07	0,05	0,03	0,03
Total Fosfat	mg/L	0,58	0,27	0,13	0,17
Klorofil	mg/m ³	17,75	64,45	21,32	9,85

Tabel 4 Perhitungan daya dukung ikan alami

Parameter	Satuan	Hasil
Klorofil	mg/m ³	25
Produktivitas primer (PP)	gC/m ² /tahun	378,99
Konversi produktivitas ikan/tahun	%	0,77
Produksi ikan	gC	29,25
Daya dukung	ikan/m ² /tahun ton ikan/tahun	3,51

oleh keberadaan ikan yang sudah ada. Penentuan ikan tebar juga dilakukan dengan memerhatikan jenis ikan yang ada di perairan. Hasil penelitian Santoso (2014) menunjukkan bahwa jenis ikan yang mendominasi di Situ Cilala adalah ikan nila. Beberapa jenis ikan lain yang ada di Situ Cilala adalah mujair, tawes, mas, dan beberapa ikan hias lain. Berdasarkan data tersebut, jenis ikan yang direkomendasikan untuk ditebar di perairan Situ Cilala adalah ikan nila. Hal ini dikarenakan ikan nila merupakan salah satu ikan pemanfaat fitoplankton memiliki toleransi yang baik terhadap perubahan kualitas air. Selain itu, Situ Cilala juga tidak memiliki ikan endemik dan predator yang akan terganggu atau mengganggu ikan yang ditebar.

Ukuran ikan yang ditebar juga perlu diperhatikan. Jika diasumsikan ikan yang ditebar berukuran 25 g dan dapat dipanen pada ukuran 250 g, maka jumlah ikan yang dapat ditebar adalah 15.602 ekor/tahun. Penebaran ikan dapat dilakukan 2–3 kali dalam setahun dengan mengasumsikan ikan dapat dipanen pada umur 4–6 bulan. Penambahan jumlah ikan yang ditebar ini dilakukan secara bertahap seiring dengan penambahan jumlah keramba yang berkorelasi dengan jumlah fosfat yang terbuang ke perairan. Nilai fosfat dapat digunakan untuk menentukan nilai klorofil yang nantinya dikonversi menjadi produktivitas primer, yang kemudian digunakan untuk menduga jumlah ikan yang dapat ditebar.

Berdasarkan hasil perhitungan dari penelitian Novita (2013) dan penelitian saat ini, didapatkan hubungan antara jumlah keramba dengan ukuran $10 \times 5 \times 0,75 \text{ m}^3$ dan konsentrasi fosfat yang dihasilkan di Situ Cilala adalah $[P] = 39,846 + 0,438 * \text{jumlah keramba}$. Artinya, penambahan 1 keramba akan meningkatkan konsentrasi fosfat di perairan sebesar $0,438 \mu\text{g/L}$. Perubahan nilai fosfat ini yang kemudian digunakan sebagai penentu jumlah ikan alami yang dapat ditebar di Situ Cilala.

KESIMPULAN

Situ Cilala memiliki daya dukung ikan alami maksimal 3,51 ton/tahun dan dapat dikembangkan untuk kegiatan wisata pemancingan. Jenis ikan yang ditebar adalah ikan nila karena termasuk ikan planktivora dan memiliki toleransi yang baik terhadap perubahan kondisi perairan. Asumsi ukuran ikan yang ditebar pada penelitian ini adalah 25 g dan akan dipanen pada ukuran 250 g dalam waktu 4–6 bulan, sehingga jumlah benih yang dapat ditebar adalah 15.602 ekor/tahun. Penebaran dapat dilakukan secara bertahap seiring dengan jumlah keramba ikan hias yang dibangun di Situ Cilala.

DAFTAR PUSTAKA

Amelia CD, Hasan Z, Mulyani Y. 2012. Distribusi spasial komunitas plankton sebagai bioindikator

kualitas perairan di Situ Bagendit Kecamatan Banyuwesmi, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3(4): 301–311.

Andersen JH, Schlüter L, Ærtebjerg G. 2006. Coastal eutrophication: recent developments in definitions and implications for monitoring strategies. *Journal of Plankton Research*. 28(7): 621–628.

Anderson DM, Glibert PM, Burkholder JM. 2002. Harmful Algal Blooms and Eutrophication: Nutrient sources, Composition, and Consequences. *Estuaries*. 25(4b): 704–726.

Bell JD, Leber KM, Blankenship HL. 2008. A New Era for restocking, stock enhancement and sea ranching of coastal fisheries resources. *Reviews in Fisheries Science*. 16(1–3): 1–9.

Beveridge MCM. 1984. Cage and pen fish farming: carrying capacity models and environmental impact. FAO. Fisheries Technology Paper (255): 131 p.

Beveridge MCM. 2004. *Cage Aquaculture*. Third Edition. Blackwell Publishing, London (GB).

Carlson RE. 1977. A trophic state index for lakes. Limnological Research Center. University of Minnesota. *Minneapolis*. 22(2): 361–369.

Costa-Pierce BA, Byron CJ. 2010. Carrying capacity tools for use in the implementation of an ecosystem approach to aquaculture. In FAO Expert Workshop on Aquaculture Site Selection and Carrying Capacity Estimates for Inland and Coastal Waterbodies. Institute of Aquaculture. University of Stirling. Stirling (GB). 6–8 Desember 2010. 23 p.

De Silva SS, Amarasinghe US, Nguyen TTT. 2006. *Better-practise approaches for culture based fisheries development in Asia*. ACIAR Monograph No. 120. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra (AU).

Eaton AD, Clesceri LS, Rice EW, Greenberg AE. 2005. Standard methods for the examination of water and waste water. 21st ed. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation. Washington DC (US).

Garno YS. 2002. Kualitas perairan Waduk Cirata: Dinamika kualitas air di dua lokasi yang berbeda jumlah keramba jaring apungnya. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 3(1): 50–60.

Guo L, Li Z, Xie P, Ni L. 2009. Assessment effects of cage culture on nitrogen and phosphorus dynamics in relation to fallowing in a shallow lake in China. *Aquaculture International*. 17(3): 229–241.

Kenchington RA, Hudson BET. 1984. Coral reef management handbook. Jakarta (ID). UNESCO

- Regional Officer of Science and Technology in South East Asia.
- Kurnia R. 2011. Model *restocking* kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) dalam sistem *sea ranching* di perairan dangkal Semak Daun, Kepulauan Seribu. [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Legović T, Palerud R, Christensen G, White P, Regpala R. 2008. A model to estimate aquaculture carrying capacity in three areas of the Philippines. *Science Diliman*. 20(2): 31–40.
- McKindsey CW, Thetmeyer H, Landry T, Silvert W. 2006. Review of recent carrying capacity models for bivalve culture and recommendations for research and management. *Aquaculture*. 261(2): 451–462.
- Mims SD, Onders RJ. 2012. *Chapter 8: Reservoir ranching*. In *Aquaculture Production System*. First Edition. Edited by: James Tidwell. John Willey & Son, Inc (US).
- Novita MZ. 2013. Penentuan daya dukung untuk kegiatan keramba ikan hias di Situ Cilala, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Paerl HW, Otten TG. 2013. Harmful cyanobacterial blooms: Causes, consequences, and controls. *Microbial Ecology*. 65(4): 995–1010.
- Pratiwi NTM, Adiwilaga EM, Basmi J, Krisanti M, Hadijah O, Wulandari P. 2007. Keberadaan Situ Cilala ditinjau dari beberapa aspek limnologis. *Journal of Fisheries Sciences*. 9(1): 82–94.
- Rahman A, Purnamaningtyas SE. 2011. Kualitas biologi perairan Situ Cileunca Kabupaten Bandung Jawa Barat berdasarkan bioindikator plankton. *Jurnal Akuatika*. 2(2): 136–144.
- Santoso R. 2014. Kompleksitas komunitas perairan pada status kesuburan perairan di Situ Cilala, Bogor, Jawa Barat. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Soegesty NB. 2013. Keterikatan kegiatan keramba jaring apung (KJA) dengan tingkat kesuburan di Waduk Cirata, Jawa Barat. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Smith VH. 2007. Using primary productivity as an index of coastal eutrophication: the units of measurement matter. *Journal of Plankton Research*. 29(1): 1–6.