

PRODUKTIVITAS DAN LAJU PERTUMBUHAN IKAN YANG DIPELIHARA PADA KOLAM KERAMBA JARING APUNG SMART DI WADUK JATILUHUR, PURWAKARTA, JAWA BARAT

[*Productivity and Growth Rate of Fish Rearing by SMART Floating Cage Net in Jatiluhur Reservoir, Purwakarta, West Java*]

Andri Warsa^{1✉*}, Tarzan Sembiring^{2*}, dan Lismining Pujiyanti Astuti^{1*}

¹Pusat Riset Konservasi Sumberdaya Laut dan Perairan Darat, Jalan Raya Jakarta-Bogor Km. 48 Cibinong 16911

²Pusat Riset Lingkungan dan Teknologi Bersih, Jl. Cisitua Lama 21/154D, Bandung, Jawa Barat 40135

*Email: andriwarsa@yahoo.co.id

ABSTRACT

Over carrying capacity of aquaculture activities by floating net cage (FNC) in waters can cause a decrease of water quality. The pollutant load of aquaculture activities comes from the uneaten fish feed and residue of fish metabolism. The uneaten fish feed from activities can reach 30% of the feed given. Therefore, it is necessary to study environmentally friendly of FNC technology. SMART FNC is a aquaculture system that combines double net cages with waste collection bags and is equipped with remediation system with aquatic plants. To be adopted by fish farmer, the productivity of the SMART FNC must be the same as the technology currently used by fish farmers. The purpose of this study was to determine the growth rate of fish, feed conversion ratio and productivity of SMART FNC. This research was carried out in Jatiluhur Reservoir in February-May 2021 in the Pasir Canar zone. Floating net cages for rearing experiments are double net ponds consisting of an upper layer of 7 x 7 x 3 m and a bottom layer of 14 x 7 x 6 m. Carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) were kept on an upper layer, while tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) were reared on the bottom layer. The carp and tilapia seeds used in the experiment were 150 and 200 kg with an average weight of 13.5 and 49.0 g with a rearing time of 75 days and feeding as full as possible. Fish length and weighing were measured at intervals of 15 days for 10 fish samples. The growth rates of carp and tilapia were 2.4–4.3 and 2.0–6.3 g/day, respectively, with an FCR of 1.83. The productivity of SMART FNC was 5.3 times the total weight of the stocked seeds.

Keywords: Environmental degradation, productivity, growth rate, fish

ABSTRAK

Kegiatan budidaya yang melebihi daya dukung dapat menyebabkan penurunan kualitas air sebagai akibat beban cemar dari sisa pakan dan metabolisme yang terbuang ke perairan. Oleh karena itu, perlu adanya teknologi budidaya yang ramah lingkungan. Keramba Jaring Apung (KJA) SMART merupakan sistem budidaya yang memadukan antara KJA jaring ganda dan kantong penampung limbah serta dilengkapi dengan fitrasi dengan tumbuhan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju pertumbuhan, rasio konversi pakan (FCR) dan produktivitas ikan yang dipelihara pada KJA SMART. Penelitian ini dilakukan di Waduk Jatiluhur pada Februari-Mei 2022 di zona Pasir Canar. Kolam pemeliharaan adalah kolam ganda yang terdiri dari dua kolam bagian dalam dengan ukuran 7 x 7 x 3 m dan bagian luar dengan ukuran 14 x 7 x 6 m. Ikan mas (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) dipelihara pada kolam bagian dalam, sedangkan ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) dipelihara pada kolam bagian luar. Benih ikan mas dan nila yang digunakan dalam percobaan sebanyak 150 dan 200 kg dengan berat rata-rata 13,5 dan 49,0 g dengan waktu pemeliharaan selama 75 hari dengan pemberian pakan sekenyangnya. Pengukuran panjang dan penimbangan berat ikan dilakukan dengan interval 15 hari untuk 10 ekor ikan contoh. Laju pertumbuhan ikan mas dan nila masing-masing adalah 2,4–4,3 dan 2,0–6,3 g/hari dengan FCR 1,73. Produktivitas KJA SMART 5,3 kali dari bobot total benih yang ditebar.

Kata Kunci: Ramah lingkungan, produktivitas, laju pertumbuhan, ikan

PENDAHULUAN

Waduk Jatiluhur merupakan badan air buatan dengan luas 8,3 km² yang terletak di Purwakarta, Jawa Barat. Fungsi utama waduk ini adalah sebagai pengendali banjir, sumber air, pembangkit listrik, dan irigasi, sedangkan perikanan dan pariwisata merupakan fungsi sekunder. Kegiatan budidaya ikan di Waduk Jatiluhur dilakukan dengan menggunakan Keramba Jaring Apung (KJA). Ikan dipelihara menggunakan jaring ganda dimana ikan mas (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) dipelihara pada jaring bagian dalam, sedangkan ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) pada jaring bagian luar.

Budidaya ikan di danau, waduk, dan perairan daratan lainnya dapat memberikan dampak positif maupun negatif bagi lingkungan perairan. Kegiatan budidaya dapat memberikan kesempatan kerja bagi masyarakat di sekitar badan air. Lingkungan perairan mempunyai daya dukung dan daya tampung terhadap beban cemar. Beban cemar dari kegiatan budidaya dapat berasal dari pakan yang tidak termakan dan sisa metabolisme ikan yang terbuang ke lingkungan perairan (Beveridge, 2004). Degradasi lingkungan akan berdampak pada penurunan produksi ikan untuk setiap petak KJA. Selanjutnya, produktivitas KJA akan semakin menurun dengan bertambah banyaknya jumlah KJA yang beroperasi. Hal ini berkaitan dengan

*Kontributor Utama

*Diterima: 20 Juni 2022 - Diperbaiki: 10 Februari 2023 - Disetujui: 10 Februari 2023

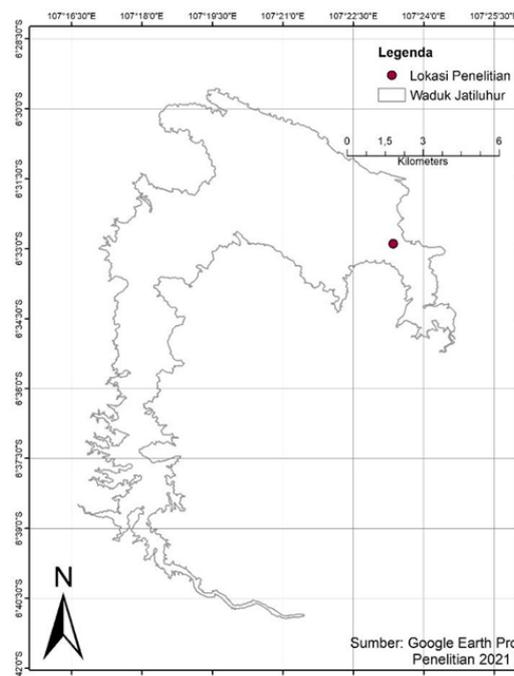
bertambah besarnya beban cemar yang melebihi daya dukung perairan Waduk Jatiluhur (Deswati dan Adrison, 2019). Degradasi ini ditandai dengan penurunan kecerahan dan konsentrasi oksigen terlarut serta tingkat kesuburan perairan yang tinggi (hipertrofik) (Hamzah *et al.*, 2016). Oleh karena itu, perlu adanya suatu teknologi budidaya yang ramah lingkungan untuk mengurangi dampak negatif dari kegiatan budidaya.

Upaya yang dilakukan dalam rangka penurunan beban cemar dari kegiatan budidaya dengan KJA adalah dengan perbaikan teknologi budidaya. Penggunaan jaring ganda di Danau Maninjau dapat mengurangi beban cemar karena pakan yang tidak dimanfaatkan oleh ikan pada jaring pertama akan dimanfaatkan oleh ikan pada jaring kedua (Triyanto *et al.*, 2005). Kantong penampung limbah (Karpel) pada KJA dapat diaplikasikan sebagai teknologi budidaya ramah lingkungan (Tanjung dan Hamdani, 2015). Karpel dapat menampung pakan yang terbuang sebesar dari total pakan yang terbuang. KJA SMART merupakan sistem budidaya dimana kolam KJA dilengkapi dengan kolam penampung limbah dan sistem filtrasi menggunakan tumbuhan air (fitoremediasi). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung produktivitas dan pertumbuhan ikan yang dipelihara pada KJA SMART di Waduk Jatiluhur.

BAHAN DAN CARA KERJA

Penelitian dilakukan pada bulan Februari-Mei 2021 di Waduk Jatiluhur pada zona budidaya Pasir Canar (Gambar 1) menggunakan kolam jaring ganda. Kolam jaring ganda terdiri dari kolam bagian dalam yang mempunyai ukuran 7 x 7 x 3 m sebanyak dua buah, dan kolam bagian luar berukuran 14 x 7 x 6 m. Kolam bagian dalam digunakan untuk pemeliharaan ikan mas, sedangkan kolam bagian luar digunakan untuk pemeliharaan ikan nila. Lama pemeliharaan untuk satu periode adalah 75 hari. Benih ikan mas dan nila yang digunakan dalam percobaan sebanyak 150 dan 200 kg dengan berat rata-rata 13,5 dan 49,0 g. Pakan hanya diberikan untuk ikan mas sampai kenyang atau ikan tidak mau lagi makan (*fed to satiation*). Kepadatan, ukuran benih, ukuran kolam serta jumlah pakan yang diberikan pada percobaan ini mengikuti kebiasaan petani keramba jaring apung di Waduk Jatiluhur.

Laju pertumbuhan ikan dapat diketahui berdasarkan pertambahan panjang atau berat ikan. Pengukuran panjang ikan dilakukan menggunakan papan ukur dengan ketelitian 0,1 cm dan berat ikan ditimbang menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g. Interval pengukuran panjang-berat ikan dilakukan setiap 15 hari untuk 10 ekor ikan (Rahman *et al.*, 2020). Jumlah ikan yang mati dihitung setiap hari. Bobot total ikan yang dipanen diketahui dengan penimbangan ikan secara keseluruhan.

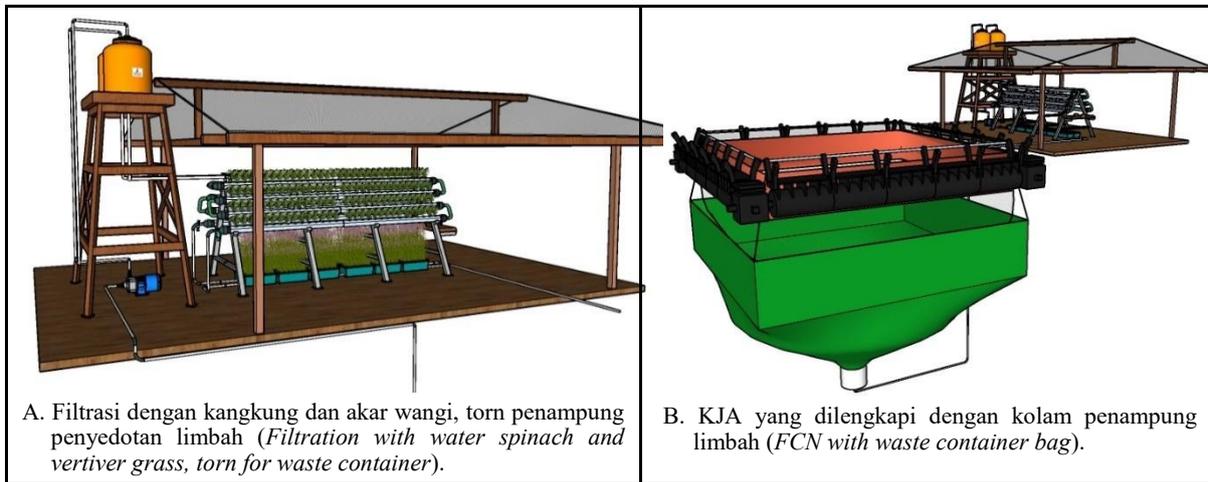


Gambar 1. Lokasi Penelitian KJA SMART (*Floating Cage Net SMART Research Location*).

Konstruksi KJA SMART

KJA SMART serupa dengan KJA konvensional yang ada di Waduk Jatiluhur dari segi dimensi ukuran, bahan serta ukuran mata jaring. Bahan yang digunakan untuk konstruksi bangunan kolam adalah bambu. Agar kolam tetap berada di atas permukaan air, maka kolam diberi pelampung drum besi atau plastik. Perlengkapan yang ditambahkan di kolam konvensional untuk menjadi KJA SMART yaitu kolam kedap penampung limbah berukuran 14 x 7 x 3 m yang terbuat dari plastik *geomembrane* dan diletakkan di bawah jaring luar. Pemasangan kolam penampung limbah dilakukan bantuan tali pada kedalaman 5 m. Untuk memastikan pakan tidak terdispersi ke perairan, maka kolam bagian atas diberi terpal dengan ukuran 14 x 7 x 0,5 m. Torn dengan volume 500 L sebanyak dua buah digunakan sebagai tempat penampung dan perombakan limbah hasil sedotan.

Penyedotan dilakukan dengan bantuan pompa dengan kapasitas 60 L/menit dengan sumber listrik adalah genset. Filtrasi air hasil penyedotan dilakukan dengan tanaman kangkung (*Ipomoea aquatica* Forsk) dan akar wangi (*Vetiveria zizanoides* (L.) Nash). Tanaman kangkung diletakkan pada tujuh pipa paralon dengan diameter 12,5 cm dan panjang 400 cm. Pipa paralon dilubangi dengan diameter 12 cm sehingga dapat menampung sebanyak 24 rumpun kangkung. Tanaman akar wangi diletakkan di kotak plastik berukuran 50 x 45 x 35 cm sebanyak delapan buah. Setiap kotak mampu menampung sebanyak 12 rumpun tanaman akar wangi. Tanaman akar wangi diletakkan pada bagian bawah tanaman kangkung (Gambar 2). Filtrasi fisik yang terdiri dari lapisan batu kapur, pasir, dan ijuk juga digunakan sebagai upaya perbaikan kualitas air dari kolam penampung limbah.



A. Filtrasi dengan kangkung dan akar wangi, torn penampung penyedotan limbah (*Filtration with water spinach and vetiver grass, torn for waste container*).

B. KJA yang dilengkapi dengan kolam penampung limbah (*FCN with waste container bag*).

Gambar 2. Desain KJA SMART di Waduk Jatiluhur (*SMART FCN Design*).

Pakan yang tidak dimanfaatkan oleh ikan mas pada jaring dalam tidak seluruhnya dapat dimanfaatkan oleh ikan nila yang dipelihara pada jaring luar. Hal ini terlihat dari hasil penyedotan sisa pakan pada kolam penampung limbah diperoleh sebanyak 210 kg berat basah pakan. Penggunaan KJA SMART diharapkan dapat mengurangi beban cemar yang masuk ke lingkungan perairan. Efisiensi penampung sisa pakan pada KJA SMART adalah sebesar 25%.

Analisis data

Pola pertumbuhan ikan dianalisis berdasarkan hubungan panjang-berat ikan dengan persamaan dari Effendi (1979) sebagai berikut:

$$W = aL^b$$

Keterangan

W = Bobot ikan (g)

L = Panjang total ikan (cm)

a dan b = konstanta

Laju pertambahan berat rata-rata harian (*Daily Weight Gain, DWG*) ikan nila dihitung dengan pendekatan dari Nistor *et al.* (2020) dengan persamaan sebagai berikut:

$$DWG = \frac{W_f - W_i}{t}$$

Keterangan

W_F = Berat akhir ikan (g)

W_i = Berat awal ikan (cm)

t = Waktu pemeliharaan (hari)

Nilai rasio konversi pakan (*Feed Conversion Ratio, FCR*) dihitung berdasarkan pendekatan dari Nurazizah *et al.* (2021) dengan persamaan sebagai berikut:

$$FCR = \frac{FI}{WG}$$

Keterangan

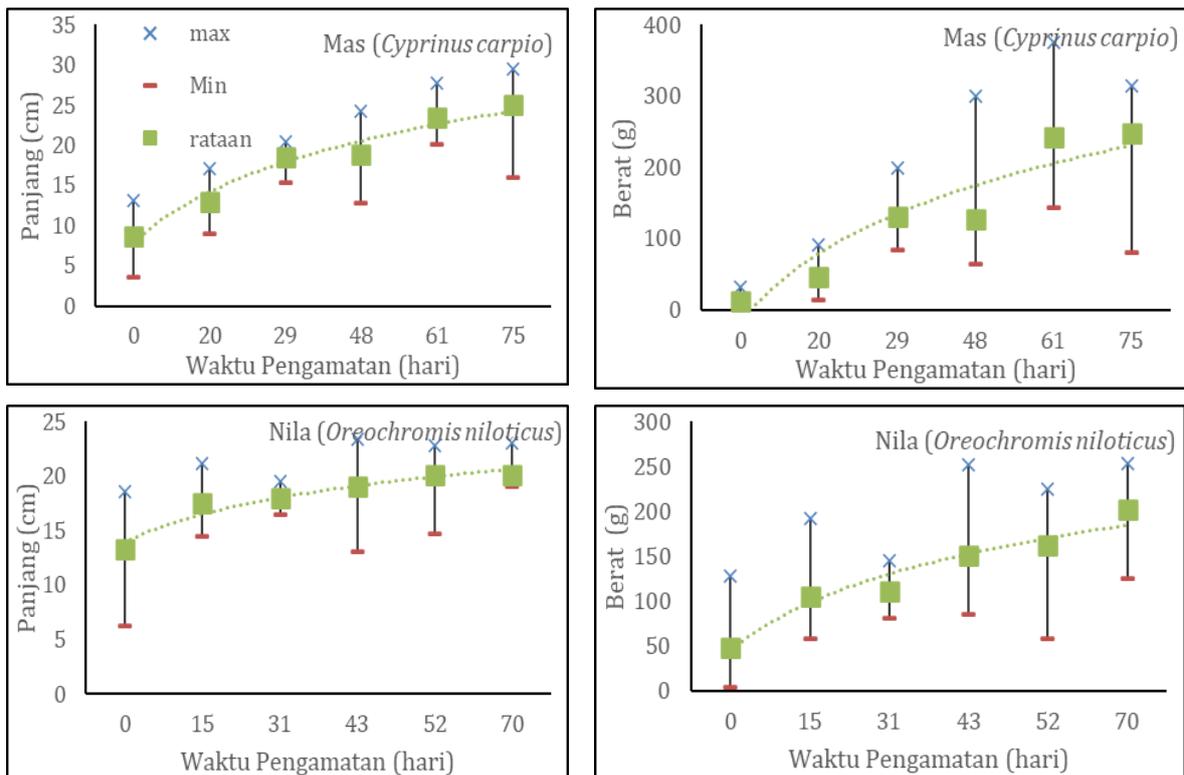
FI = Jumlah pakan yang diberikan (kg)

WG = Biomassa panen ikan (cm)

HASIL

Produktivitas dan pertumbuhan ikan

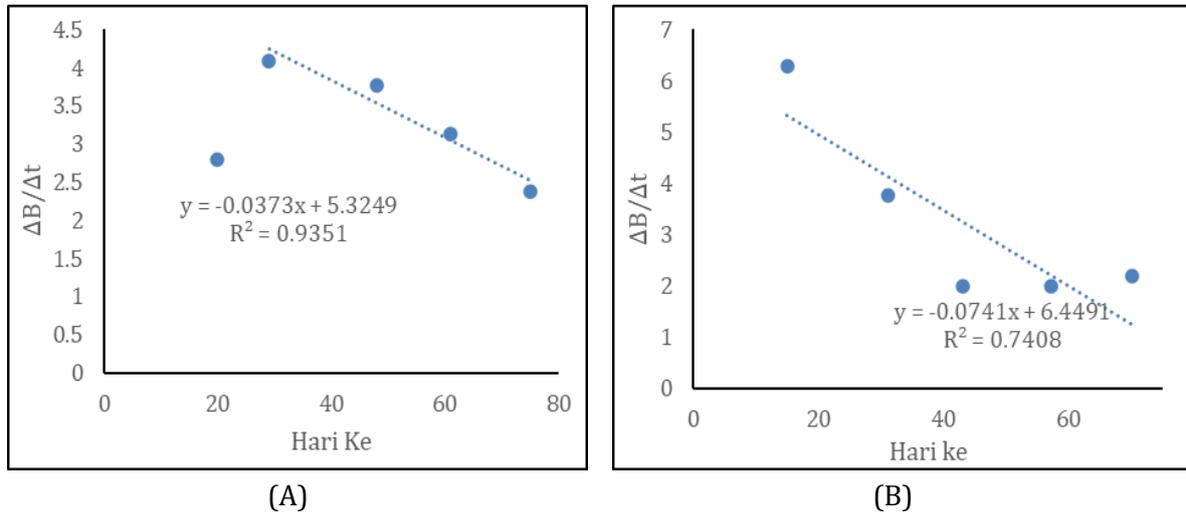
Kepadatan benih ikan nila dan mas yang dipelihara masing-masing adalah 15 dan 40 ekor/g. Pakan yang digunakan selama pemeliharaan sebanyak 2600 kg dengan panen ikan mas dan nila masing-masing sebesar 1650 kg dan 316 kg dengan nilai FCR sebesar 1,73. Produktivitas KJA SMART adalah 5,4 kali dari biomassa ikan tebar atau sedikit lebih tinggi jika dibandingkan dengan kolam karpel dan kolam ganda, yaitu 5,3 dan 4,2 kali lipat dari biomassa benih ikan tebar. Berat benih ikan mas dan nila yang dipelihara masing-masing adalah 0,56–31,21 g dengan rata-rata 13,5 g dan 5,1–127,8 g dengan rata-rata 49,0 g. Ikan mas dan nila masing-masing dipanen pada waktu yang hampir bersamaan, yaitu 2,5 dan 3 bulan. Bobot ikan mas dan nila yang dipanen masing masing berkisar 81–500 g dengan rata-rata 248,53 g dan 55,8–224,4 g dengan rata-rata 202,53 g (Gambar 3).



Gambar 3. Pertumbuhan ikan di KJA SMART (*Fish growth rate in SMART FCN*).

Bobot ikan mas dan nila yang dipelihara semakin bertambah namun dengan laju pertumbuhan yang semakin menurun dengan bertambahnya waktu pemeliharaan. Laju penambahan bobot ikan mas dan nila masing-masing berkisar 2,4–4,1 g/hari dan 2,0–6,3

g/hari. Laju pertumbuhan tertinggi terdapat pada hari ke-30 untuk ikan mas, sedangkan untuk ikan nila terdapat pada hari ke-15 (Gambar 4). Setelah itu, laju pertumbuhan bobot menurun dengan bertambahnya waktu pemeliharaan.



Gambar 4. Pertumbuhan rata-rata ikan A) Mas dan B) Nila (*Average of Growth Rate A) Common carp B) Nile tilapia*).

Analisis pola pertumbuhan ikan yang dipelihara tanpa membedakan waktu pengamatan menunjukkan pola pertumbuhan ikan mas isometrik dengan nilai $b = 2,9518$, sedangkan pola pertumbuhan ikan nila adalah allometrik positif dengan nilai $b = 3,1683$. Pola pertumbuhan isometrik menggambarkan bahwa ikan yang dipelihara mempunyai laju penambahan berat seimbang jika dibandingkan dengan penambahan panjang total. Pola pertumbuhan isometrik positif menunjukkan penambahan berat lebih cepat jika

dibandingkan dengan penambahan panjang ikan. Jika analisis pola pertumbuhan dibedakan berdasarkan waktu pengamatan, maka nilai b untuk ikan mas dan nila masing-masing berkisar antara 2,9179–3,5211 dan 2,6661–3,0601 (Tabel 1). Pola pertumbuhan allometrik negatif untuk ikan nila terdapat pada hari ke-51 pemeliharaan, sedangkan untuk ikan mas terjadi pada hari ke-29 sampai 48. Nilai b terendah untuk ikan mas terjadi pada hari ke-29, sedangkan untuk ikan nila terjadi pada hari ke-51.

Tabel 1. Pola pertumbuhan ikan nila dan mas berdasarkan periode pengamatan (*Growth pattern of Nile tilapia and common carp based on monitoring periods*).

Periode pengamatan (Monitoring period)	Hari ke (Days)	Nila (<i>Nile tilapia</i>)			Periode Pengamatan (Monitoring period)	Hari ke (Days)	Mas (<i>Common carp</i>)		
		a	b	R ²			a	b	R ²
I	0	0,0203	2,9544	0,9712	I	0	0,0140	3,1298	0,8788
II	15	0,0116	3,1666	0,9706	II	20	0,0640	3,0601	0,9330
III	31	0,0054	3,4254	0,8119	III	29	0,0521	2,6661	0,7871
IV	43	0,0214	2,9699	0,9284	IV	48	0,0246	2,8918	0,8997
V	51	0,0246	2,9179	0,9233	V	61	0,0237	2,9223	0,9530
VI	75	0,004	3,5211	0,9610	VI	75	0,030	3,021	0,8786

PEMBAHASAN

Keunggulan jika kegiatan budidaya ikan dalam KJA mengadopsi teknologi KJA SMART antara lain waktu pemeliharaan lebih singkat, pakan yang dibutuhkan lebih sedikit, dan ramah lingkungan karena dilengkapi dengan filtrasi dan penampungan sisa pakan. Prinsip kerja dari KJA SMART merupakan perpaduan antara sistem kantung penampung limbah (karpel) dan KJA jaring ganda. KJA SMART dilengkapi dengan sistem filtrasi menggunakan tumbuhan air yang telah dimodifikasi sehingga dapat diterapkan di perairan danau atau waduk. Penambahan pompa akan mempermudah penyedotan limbah yang tertampung pada kolam *geomembrane* (penampung limbah) yang merupakan solusi untuk pengambilan sisa pakan pada kolam karpel. Pada kegiatan budidaya, sebanyak 30% pakan yang diberikan akan terbuang ke lingkungan (Lukman dan Hidayat, 2002), sehingga sebanyak 780 kg pakan akan terbuang. Kolam kedap penampung limbah pada KJA SMART dapat menampung sebanyak 27% pakan yang terbuang tersebut. Nilai FCR pada sistem KJA SMART yaitu 1,73 atau lebih rendah jika dibandingkan dengan kolam ganda, yaitu 1,79. Nilai FCR yang rendah akan berdampak pada berkurangnya beban cemara (Tovar *et al.*, 2000). Penurunan nilai FCR ketika menggunakan KJA SMART akan mengurangi beban cemara fosfor sebanyak 0,78 kg untuk setiap ton panen ikan. Jika mengacu pada hasil panen pada tahun 2018 yaitu sebesar 101.206 ton (Warsa dan Astuti, 2020) maka beban fosfor yang terbuang dapat dikurangi sebesar 79.940 kg.

Ikan nila merupakan komoditas yang dipelihara di jaring ganda atau jaring bagian luar oleh pembudidaya di Waduk Jatiluhur. Hal ini dikarenakan ikan nila memiliki kemampuan adaptasi pada berbagai kondisi lingkungan, efisien dalam pemanfaatan pakan, memiliki pertumbuhan

yang cepat, lebih tahan terhadap serangan penyakit, serta mempunyai nilai ekonomis tinggi (Mensah *et al.*, 2013). Laju pertumbuhan (DWG) ikan nila yang dipelihara pada jaring luar KJA yaitu 2,0–6,3 g/hari atau lebih tinggi jika dibandingkan dengan pertumbuhan ikan nila yang dibudidayakan di Sungai Tetulia, Bangladesh, yaitu 2,1–2,3 g/hari (Farhaduzzaman *et al.*, 2020). Produktivitas untuk setiap petak KJA SMART lebih besar jika dibandingkan dengan KJA jaring ganda di Danau Maninjau dimana panen ikan mas dan nila yang diperoleh masing-masing sebesar 5,3 dan 2,3 kali dari biomassa ikan tebaran (Triyanto *et al.*, 2005). Selain oleh kandungan protein dalam pakan, laju pertumbuhan ikan juga dipengaruhi oleh kepadatan ikan pada saat pemeliharaan (Nouman *et al.*, 2021). Kepadatan ikan yang tinggi akan berdampak pada nilai FCR yang tinggi dan kelangsungan hidup ikan yang rendah (Khairnar *et al.*, 2020). Pakan optimal yang dapat diberikan pada ikan nila adalah 4% pada suhu 29°C (He *et al.*, 2015). Pemberian pakan sekenyangnya dapat meningkatkan produksi tetapi tidak ekonomis karena jumlah pakan yang diberikan lebih banyak dari yang diperlukan.

Nilai koefisien pertumbuhan (b) ikan nila yang dipelihara di KJA SMART lebih tinggi jika dibandingkan dengan ikan nila yang dipelihara dengan sistem KJA dengan kepadatan 200–300 ekor/m³ di Lake Albert, Uganda, yaitu $b = 2,704$ (Abaho *et al.*, 2020). Nilai b yang rendah untuk ikan mas dan nila masing-masing terjadi pada hari ke 29 dan 51. Hal ini disebabkan oleh kondisi kualitas air yang buruk akibat cuaca mendung. Pada kondisi kualitas air yang kurang baik maka jumlah pakan yang diberikan akan dikurangi atau bahkan dihentikan. Hal ini dilakukan untuk mencegah kematian ikan. Panen ikan nila pada padat tebar 100 ekor/m³ dengan FCR dan lama pemeliharaan 120 hari adalah 900 kg (Junaidi *et al.*, 2022). Laju pertumbuhan ikan mas yang dipelihara pada KJA di

Sungai Brahmaputra, Bangladesh, berkisar 1,5–1,8 g/hari dengan produktivitas mencapai 13–26 kali dari bobot benih tebar total dengan FCR berkisar 2,4–3,5 (Kahinor dan Rahman, 2013). Laju pertumbuhan ikan mas yang dipelihara pada kepadatan 130, 150, 170 dan 190 ekor/m³ masing-masing adalah 6,2, 5,3, 5,7 dan 4,8 g/hari dengan produktivitas masing-masing adalah 3,3, 3,9, 4,3 dan 5,6 kali dari biomassa tebar awal (Nistor *et al.*, 2021). Laju pertumbuhan ikan mas akan menurun dengan bertambahnya ukuran benih ikan yang ditebar (Albahadly *et al.*, 2021). Laju pertumbuhan yang lebih cepat akan berdampak pada waktu pemeliharaan yang lebih singkat. Nilai FCR yang lebih rendah akan berdampak pada nilai keuntungan yang lebih besar. Selain itu, dalam satu tahun dengan sistem KJA SMART dapat dilakukan pemeliharaan sebanyak empat kali, sedangkan KJA konvensional hanya tiga kali.

KESIMPULAN

KJA SMART merupakan sistem budidaya ramah lingkungan yang dapat diterapkan di perairan umum di daratan seperti waduk dan danau. Meskipun konstruksi KJA SMART lebih tertutup, sistem tersebut mempunyai produktivitas yang hampir sama dengan sistem budidaya jaring ganda dan kolam dengan kantong penampung limbah. Laju pertumbuhan dan FCR ikan mas dan nila di KJA SMART lebih baik jika dibandingkan dengan sistem KJA tunggal dan ganda. KJA SMART dapat memberikan keuntungan secara ekonomi dan ekologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Lembaga Pengelolaan Dana Pendidikan Kementerian Keuangan, Republik Indonesia dengan judul “Pengembangan Teknologi Pengendalian Eutrofikasi pada Kegiatan Perikanan untuk Mendukung Program Citarum Harum” tahun 2021 dengan Nomor Perjanjian PRJ- 17/LDPP/2020.

DAFTAR PUSTAKA

Abaho, I., Zaabe, T., Izaara, A., kasigwa, H.N., Mushabe, N., Byenkya, S., Nkambo, M., Baguma, S.D., Hafashimana, D.L.N and Efitre, J., 2020. Effect of stocking density on growth and survival of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) under cage culture in Lake Albert, Uganda. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 12(2), pp. 26–35.

Albahadly, R.H.T., Al-Dubakel, A.Y and Thaer, M.M., 2021. Grading effect on growth and size variation of common carp *Cyprinus carpio* cultivated in Floating cages. *Biological and Applied Environmental Research*, 5(2), pp. 214–221.

Beveridge, M.C.M., 2004. *Cage Culture*. Third Edition. Blackwell Publishing. United Kingdom. pp. 368.

Deswati, R.H dan Adrison, V., 2019. Eksternalitas produksi keramba jaring apung Waduk Jatiluhur. *Jurnal Ilmu Ekonomi dan Pembangunan*, 19(1), pp. 47–60.

Effendi, M.I., 1979. *Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri. Bogor. Pp. 112.

Farhaduzzaman, A.M., Hanif, M.A., Khan, M.S., Osman, M.H., Shovon, M.N.H., Rahman, M.K and Ahmed, S.B., 2020. Perfect stocking density ensures best production and economic returns in floating cage aquaculture system. *Journal of Aquatic Research and Development*, 11(9), pp. 1–7

Hamzah., Maarif, M.S., Marimin dan Riani, E., 2016. Status mutu air Waduk Jatiluhur dan ancaman terhadap proses bisnis vital. *Jurnal sumber Daya Air*, 12(1), pp. 47–60.

He, J., Qiang, J., Gabriel, N.N., Xu, P and Yang, R., 2015. Effect of feeding-intensity stress on biochemical and hematological indices of Gift Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 15, pp. 303–310.

Junaidi, Syandri, H., Azrita and Munzir, A., 2022. Floating cage production in Indonesia: Assessment of opportunities and challenges in Lake Maninjau. *Environmental Science*, 9(1), pp. 1–15

Kahinor, A.H.M and Rahman, M.M. ,2013. Preliminary study on the production of common carp cultured in freshwater river cages. *International Journal Agricultural Research, Innovation and Technology*, 4(1), pp. 24–27.

Khairnar, S.O., Shanthanagouda, A.H and Reddy, S.V.K., 2020. Influence of stocking density on growth and physiological response of nile tilapia (GIFT Strain) in cages. *Journal of Experimental Zoology India*, 23(1), pp. 731–735.

Lukman dan Hidayat., 2002. Pembebanan dan distribusi bahan organik di Waduk Cirata. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3(2), pp. 129–135.

Mensah, E.T.D and Attipoe, F.K., 2013. Growth parameters and economics of tilapia cage culture using two commercial fish diets. *International Journal of Development and Sustainability*, 2(2), pp. 825–837.

Nistor, V., Mirea, D., Athanasopoulos, L.B., Tenciu, M and Branza, D., 2020. Common carp adaptability (*Cyprinus carpio*) to rearing in floating fish cages installed in irrigation canal. *Scientific Papers-Animal husbandry Series*, 74, pp. 139–145.

- Nistor, V., Sirbu, E.B., Dima, F.I.M., Patrichea, N., Athanasopoulos, L.B., Tenciu, M and Popa, M.D., 2021. Determination of stocking density for carp rearing (*Cyprinus carpio*, Linnaeus 1758) in floating cages located on irrigation canal. *Scientific papers-Anima; Science series* 78, pp. 34–39.
- Nouman, B.A.E., Egbal, O.A., Sana, Y.A., Anwar, M.S., Eman, A.A and Yosif, F.A, 2021. Determine the optimal density of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerling cultured in floating cages. *Natural Resources*, 12, pp. 12–19.
- Nurazizah, H., Arthana, I.W and Kartika, G.R.A., 2021. Effect different stocking densities on the growth and survival rate of *Tilapia* (*Oreochromis niloticus*) seeds in Batur Lake Floating Net Cages. *Advances in Tropical Biodiversity and Environmental Sciences* 5(2), pp. 50–56.
- Rahman, RM., Mondal, D.K., Amin, M.R and Muktadir, M.G., 2020. Impact of stocking density on growth and production performance of monosex tilapia (*Oreochromis niloticus*) in ponds. *Asian Journal of Medical and Biological research*, 2(3), pp. 471–476.
- Tanjung, L.R dan Hamdani, A., 2015. Kajian awal efektivitas kantong penampung limbah pada keramba jaring apung. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 41(2), pp. 191–203.
- Tovar, A., Moreno C., Manuel-Vez, M.P and Vargas, M.G., 2000. Environmental impact of intensive aquaculture in marine waters. *Water Research*, 34(1), pp. 334–342.
- Triyanto, Lukman dan Meutia, A.A., 2005. Introduksi keramba jaring apung berlapis sebagai alternatif sistem pemeliharaan ikan dalam keramba ramah lingkungan di Danau Maninjau Sumatera Barat. *Limnotek*, XII (2), pp. 61–67.
- Warsa, A dan Astuti, P.A., 2020. Estimasi beban cemaran dan laju pertumbuhan dekomposisi bahan organik di Waduk Ir. H. Djuanda, Jawa Barat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 21(1), pp. 86–94.