

Pemanfaatan Teknologi Aerasi Berbasis Energi Surya Untuk Memperbaiki Kualitas Air dan Meningkatkan Pertumbuhan Ikan Nila Di KJA Waduk Cirata

The Use of Aeration Technology Based on Solar Energy to Improve Water Quality and Increase Nile Tilapia Growth Rate in FNCA Cirata Reservoir

Zahidah, Masjamsir dan Iskandar

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran

Email korespondensi : irahebatku@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini ditujukan untuk memecahkan salah satu masalah yang dihadapi oleh pembudidaya ikan dalam Karamba Jaring Apung (KJA), yaitu rendahnya konsentrasi oksigen terlarut, yang secara langsung akan berpengaruh terhadap kehidupan ikan yang dibudidayakan termasuk ikan nila yang saat ini semakin banyak dibudidayakan di Waduk Cirata. Rendahnya oksigen terlarut akan menyebabkan rendahnya laju pertumbuhan yang tentunya akan menurunkan produktivitas KJA. Dalam penelitian ini diujicobakan pemberian aerasi dengan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi. Aplikasi teknologi aerasi dilakukan mengingat beberapa hasil penelitian menunjukkan konsentrasi oksigen pada petak-petak KJA terutama pada malam hari relatif rendah (di bawah konsentrasi optimal). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *solar cell* dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif untuk menggerakkan aerator sebagai pemasok oksigen pada lokasi-lokasi KJA dalam meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut dan pertumbuhan ikan nila yang dibudidayakan. Teknologi aerasi tersebut diharapkan menjadi bagian dari bisnis budidaya ikan dalam KJA dan mendukung ketahanan pangan berbasis protein ikan di Jawa Barat. Konsentrasi oksigen terlarut pada KJA yang diaerasi berkisar antara 5,3-7,3 mg/L sedangkan di KJA yang tidak diaerasi berkisar antara 5,2-6,1 mg/L. Pertumbuhan ikan nila pada KJA yang diberi aerasi tumbuh 495 %, sedangkan yang tidak diberi aerasi sebesar 130 %.

Kata kunci: KJA, aerasi, tenaga surya, ikan nila, Waduk Cirata

Abstract

The aim of this research was to solve one of most important problem that face Floating Net Cage Aquaculture (FNCA) farmers, the low concentration of dissolved oxygen, which will directly affect the lives of farmed fish including tilapia are currently more widely cultivated in Cirata. Low dissolved oxygen will cause a low rate of growth which would reduce FNCA productivity. In this study tested aeration by using sunlight as an energy source. Aeration technology applications considering of some research showed the concentration of dissolved oxygen in the FNCA plots especially at night is relatively low (under optimal concentration). The results of this study indicate that the solar cell can be used as an alternative energy source to drive the aerator as a supplier of oxygen FNCA areas in increasing the dissolved oxygen concentration and the growth of farmed tilapia. Aeration technology is expected to become part of fish farming business in FNCA and support fish protein based food security in West Java. The concentration of dissolved oxygen in aerated FNCA ranged from 5.3 to 7.3 mg / L, while in the non-aerated FNCA ranged from 5.2 to 6.1 mg / L. Growth of tilapia in FNCA given aeration grew 495%, while those not given aeration at 130%.

Keywords : FNCA, aeration, solar energy, Nile Tilapia, Cirata Reservoir

Pendahuluan

Salah satu penyebab utama menurunnya produktivitas ikan dalam budidaya Karamba Jaring Apung (KJA) adalah konsentrasi oksigen terlarut (*Disolved Oxygen*, DO) yang menurun. Kondisi ini bersifat timbal balik, karena menurunnya DO akan menyebabkan pertumbuhan ikan menjadi lebih lambat, hal ini seringkali ditanggapi oleh pembudidaya dengan meningkatkan jumlah pakan yang diberikan. Peningkatan jumlah pakan akan meningkatkan sisa pakan, dan keadaan ini akan menurunkan DO karena digunakan untuk perombakan sisa pakan yang meningkat. Oksigen terlarut yang baik untuk pertumbuhan ikan adalah 5-7 mg/l (Boyd, 1990). Masalah lain yang dihadapi oleh pembudidaya ikan dalam KJA adalah terjadinya kematian massal yang disebabkan oleh pembalikan massa air (*turnover*). Peristiwa pembalikan massa air ini terjadi berulang setiap tahun dan sangat merugikan. Peristiwa pembalikan massa air biasanya terjadi saat pergantian musim kemarau ke musim hujan yang menyebabkan berubahnya distribusi vertikal suhu yang selanjutnya menimbulkan perubahan kandungan oksigen terlarut secara vertikal. Berdasarkan beberapa penelitian disimpulkan bahwa adanya pembalikan massa air menyebabkan kandungan oksigen terlarut yang sangat rendah pada kolom air tempat KJA berada (0-4 m).

Pembangkit listrik tenaga surya/matahari merupakan alternatif sumber energi yang cukup baik, mengingat keunggulan dari pembangkit listrik tenaga surya ini adalah bersifat *reusable* dan juga *reliable*. Penggunaan energi surya selain energi angin sebagai sumber energi listrik juga berpengaruh baik pada keseimbangan

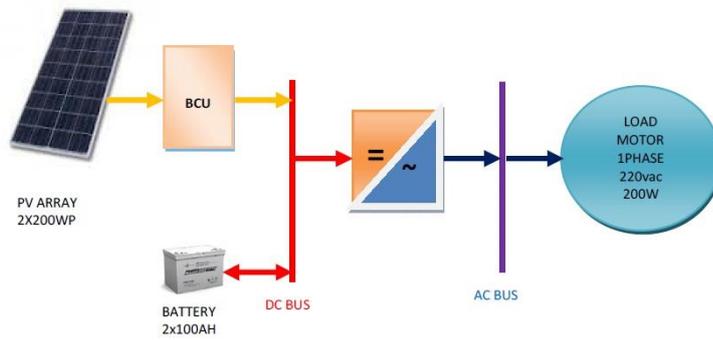
ekologi. Sumber energi surya dan energi angin ini juga ditujukan untuk mereduksi efek rumah kaca yang ditimbulkan dari penggunaan sumber daya alam fosil (batu bara,minyak bumi,solar) (Prillia, 2007). Hasil penelitian pendahuluan pemberian aerasi epilimnion dengan menggunakan *air compressor* dengan sumber energi fosil (BBM) dengan kekuatan tekanan minimal 8 kg/cm² menunjukkan bahwa oksigen terlarut meningkat 40 % dibandingkan tanpa aerasi (4,74 mg/L sebelum aerasi meningkat menjadi 5,58 mg/L setelah diberikan aerasi selama 4 jam (Nurruhwati, Zahidah dan Suherman, 2007). Lebih lanjut dikemukakan bahwa peningkatan konsentrasi oksigen sebesar ini meningkatkan pertumbuhan ikan sebesar 6,3 %.

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan suatu sistem aerasi bagi KJA bersumber tenaga surya, yang dapat mempertahankan konsentrasi oksigen terlarut yang mencukupi kebutuhan sepanjang hari. Lebih jauh penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas ikan dalam KJA melalui uji coba teknologi aerasi bertenaga surya.

Bahan Dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan dengan mengaplikasikan (ujicoba) pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi penggerak aerator yang berfungsi untuk menghasilkan oksigen yang selanjutnya dialirkan ke dalam petak-petak budidaya. Adapun rangkaian sistem solar sel dan aerator yang dipasang digunakan sebagai penggerak aerator untuk sumber aerasi adalah sebagaimana terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Sistem PLTS Stand Alone



Gambar 1. Sistem Solar sel
Picture 1. Solar Cell System





Gambar 2. Peralatan yang digunakan dan oksigen yang dihasilkan
Picture 2. The equipments and oxygen production

Petak KJA yang digunakan sebagai petak penelitian terdiri dari dua petak yang berukuran 7 m x 7 m x 2,5 m. Petak pertama digunakan sebagai petak perlakuan atau petak yang diaerasi dan petak kedua merupakan petak kontrol atau petak yang tidak diberi aerasi. Antar petak perlakuan dan petak kontrol berjarak lebih kurang 14 m. Pemberian jarak ini bertujuan agar pengaruh perlakuan tidak sampai pada kontrol. Pengamatan dilakukan selama satu siklus pemeliharaan pendederan dua yaitu selama 6 minggu. Ikan uji yang dibudidayakan adalah ikan nila dengan padat tebar 50 kg/petak. Dengan ukuran 2 gr/ekor, sehingga dalam satu petak terdapat 25.000 ekor ikan.

Pengamatan dilakukan terhadap beberapa parameter kualitas air dan

pertumbuhan ikan. Parameter kualitas air yang diukur meliputi konsentrasi oksigen terlarut, konsentrasi amonia bebas, derajat keasaman dan suhu. Sedangkan parameter pertumbuhan yang diukur adalah bobot ikan uji. Pengukuran parameter pertumbuhan dan konsentrasi oksigen terlarut dilakukan setiap 7 hari. Sedangkan parameter konsentrasi ammonia dan derajat keasaman dilakukan tiga kali, yaitu pada minggu pertama, minggu ke tiga dan minggu ke enam. Pakan yang diberikan berupa pakan komersil dengan tingkat pemberian sebesar 5 % dari bobot biomassa dan disesuaikan setiap 7 hari sesuai dengan waktu pengukuran bobot ikan uji. Parameter yang diukur, metode pengukuran dan alat yang digunakan serta perubahan yang diharapkan dari penelitian ini ditampilkan pada Tabel 1.

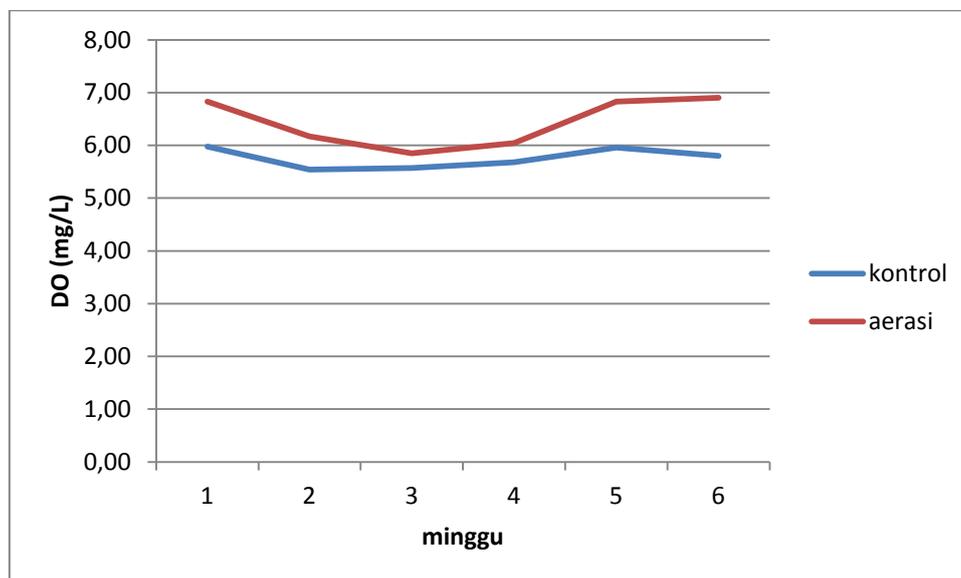
Tabel 1. Parameter yang dianalisis, metode dan alat yang digunakan serta perubahan yang diharapkan
Table 1. The analyzed parameter, methods and tools, and the expected effect

No.	Parameter	Metode analisis	Alat	Lokasi	Perubahan
1	Oksigen Terlarut(DO)	Potensio Metri	DO meter	<i>In situ</i>	Meningkat
2	Amonia bebas (NH ₃)	Colorimetri	DC1600 colorimeter	<i>In situ</i>	Menurun
3	Derajat keasaman (pH)	Potensiometri	pH meter	<i>In situ</i>	Stabil
4.	Bobot ikan	Gravimetri	Neraca	<i>In situ</i>	Meningkat

Hasil Dan Pembahasan

Konsentrasi oksigen terlarut selama penelitian diperlihatkan pada Gambar 3. Konsentrasi oksigen terlarut selama penelitian baik pada unit perlakuan aerasi maupun unit tanpa perlakuan aerasi masih dapat mendukung bagi kehidupan ikan. Hal tersebut dapat dilihat pada kondisi awal sebelum adanya perlakuan aerasi, konsentrasi oksigen terlarut terendah selama penelitian lebih besar dari 4,0 mg/L. Hal ini dimungkinkan mengingat letak KJA tempat penelitian berlangsung tidak berada pada

kawasan padat KJA sehingga penyebab terjadinya penurunan konsentrasi oksigen terlarut akibat akumulasi limbah pakan menjadi berkurang. Faktor pendukung tingginya konsentrasi oksigen pada saat penelitian adalah waktu penelitian dilakukan yaitu pada bulan Juli – Agustus 2014 merupakan musim kemarau dengan kisaran suhu 28°C -30,5 °C, yang merupakan suhu optimal untuk terjadinya fotosintesis sehingga konsentrasi oksigen relatif tinggi sebagaimana dikemukakan oleh Boyd (1990).



Gambar 3. Konsentrasi oksigen terlarut selama penelitian
Picture 3. Dissolved oxygen concentration during the research

Parameter kualitas air terpenting selain oksigen yang berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan adalah konsentrasi ammonia. Konsentrasi ammonia akan meningkat seiring dengan meningkatnya biomassa ikan yang dipelihara. Ammonia dalam dalam air pada pemeliharaan KJA terutama berasal dari sisa pakan/pakan yang tidak termanfaatkan dan sisa metabolisme berupa urine dan feses. Seiring dengan meningkatnya biomassa ikan, maka pakan yang diberikan akan semakin banyak pula. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa selalu terdapat sisa pakan dalam budidaya KJA bahkan sampai dengan 30 % dari pakan yang diberikan (Sumiarsih dkk, 2014; Zahidah, Gunawan dan Subhan 2009;

Costa-Pierce dkk., 1990). Sisa metabolisme berbanding lurus dengan biomassa ikan, oleh karena itu semakin tinggi biomassa ikan, maka akan semakin banyak ammonia yang masuk ke dalam perairan. Konsentrasi ammonia yang semakin meningkat akan mempengaruhi pertumbuhan ikan peliharaan sehubungan dengan meningkatnya efek toksik yang ditimbulkan oleh meningkatnya konsentrasi ammonia ini (Boyd, 1990). Lebih lanjut dikemukakan bahwa toksisitas ammonia akan meningkat jika konsentrasi oksigen terlarut rendah. Lebih lanjut dikemukakan bahwa konsentrasi ammonia yang tinggi akan berdampak terhadap penurunan pertumbuhan melalui beberapa mekanisme,

yaitu (1) menurunkan pengambilan oksigen yang disebabkan rusaknya insang, (2) dibutuhkan energi lebih banyak untuk proses detoksifikasi, (3) adanya gangguan osmoregulasi, serta (4) kerusakan fisiologis jaringan. Oleh karena itu upaya aerasi dapat pula menurunkan efek toksik dari ammonia. Tabel 2. memperlihatkan konsentrasi ammonia selama penelitian. Pada tabel tersebut terlihat bahwa pada petak yang diaerasi konsentrasi ammonia lebih rendah dibandingkan dengan petak yang tidak diberi aerasi. Pada petak yang tidak diberi aerasi terlihat konsentrasi ammonia meningkat terus, bahkan pada akhir masa pemeliharaan konsentrasinya sudah mendekati nilai 1,0 mg/L. YSI Aquaculture (2010) mengemukakan bahwa untuk mengendalikan konsentrasi ammonia agar tetap berada dalam level yang optimal dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya adalah dengan menurunkan jumlah pakan yang diberikan, aerasi, pengapuran, pemupukan dengan

menggunakan fosfor dan introduksi bakteri tertentu. Lebih lanjut dikemukakan dua metode yang pertama lebih efektif dibandingkan metode lainnya. Sebagaimana dikemukakan oleh banyak peneliti, dalam konsentrasi ammonia terukur (Total Ammonia Nitrogen =TAN) terdapat ammonia *undissociated* yang bersifat toksik, dan toksisitasnya dipengaruhi oleh suhu dan pH. Boyd (1990) menyatakan bahwa toksisitas ammonia meningkat sejalan dengan peningkatan suhu dan pH. Berdasarkan pernyataan ini maka terlihat bahwa fraksi ammonia toksik yang terdapat pada petak-petak yang tidak diaerasi lebih tinggi dibandingkan dengan fraksinya dalam petak-petak yang diaerasi. Hal ini terjadi karena pada petak-petak yang tidak diaerasi memiliki pH yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan yang diaerasi meskipun nilai suhu pada kedua perlakuan relatif sama, yaitu berkisar antara 28,0 – 30,5 °C.

Tabel 2. Konsentrasi ammonia dan pH selama penelitian
Table 2. Ammonium concentration and pH during the research

Pengamatan	Unit diaerasi		Unit tanpa aerasi	
	Ammonia (mg/L)	pH	Ammonia (mg/L)	pH
Awal	0,568	6,73	0,675	6,80
Tengah	0,685	6,77	0,814	6,97
Akhir	0,658	6,57	0,957	6,83

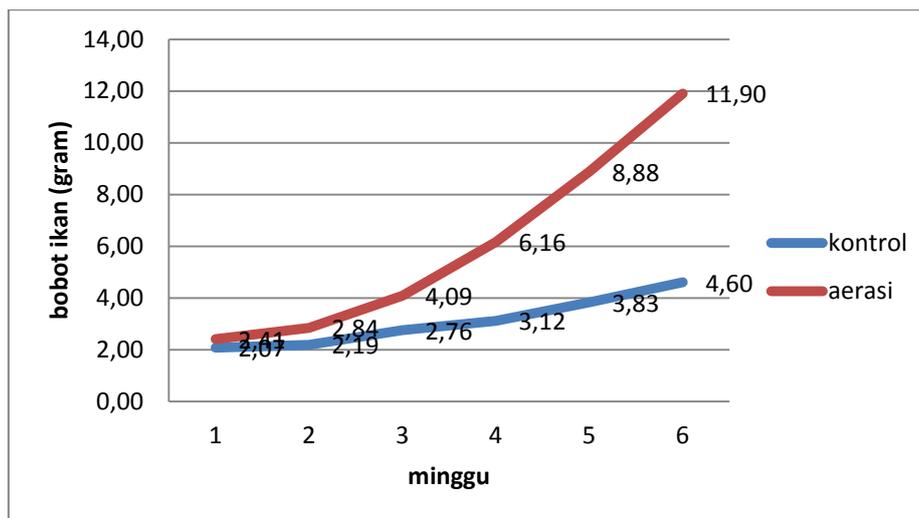
Nilai pH sebagaimana terlihat pada Tabel 2 berada dalam kondisi yang optimal untuk pertumbuhan ikan sebagaimana dipersyaratkan oleh PP no 82/2001 (Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air) kelas II dan kelas III, yaitu antara 6-9. Dalam sejumlah penelitian yang dilakukan di waduk serial Citarum nilai pH hampir selalu berada dalam kondisi yang optimal sesuai dengan baku mutu yang dipersyaratkan. Hal ini terjadi mengingat waduk serial Citarum, termasuk Waduk Cirata berada pada

paparan pegunungan kapur yang bersifat basa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan yang dibudidayakan dalam petak yang diberi aerasi tumbuh lebih cepat dibandingkan dengan ikan yang tidak diberi aerasi. Pada akhir periode pemeliharaan (6 minggu) bobot ikan pada petak yang diberi aerasi memiliki bobot rata-rata sebesar 11,90 gram atau pertambahan bobot tubuh ikan mencapai 495 %, sedangkan pada petak yang tidak diberi aerasi bobot ikan hanya mencapai 4,60 gram atau bertambah

sebesar 130 %. Gambar 4 memperlihatkan grafik pertumbuhan ikan uji selama 6 minggu pemeliharaan. Pada gambar tersebut terlihat bahwa mulai minggu pertamapun telah tampak perbedaan pertumbuhan pada ikan yang diberi aerasi dibandingkan yang tidak diberi aerasi. Pada minggu tersebut bobot ikan yang tidak diberi aerasi hanya 2,07 gram sedangkan yang diberi aerasi mencapai 2,41 gram atau 16 % lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak diberi aerasi. Kecepatan pertumbuhan ikan yang diberi aerasi terlihat semakin nyata bedanya dibandingkan dengan yang tidak diberi aerasi. Pemberian aerasi secara nyata terlihat memberikan pertumbuhan ikan berbeda dibandingkan dengan ikan yang tidak diberi aerasi. Perbedaan pertumbuhan ini terjadi karena

nafsu makan ikan menjadi meningkat sebagaimana dikemukakan oleh Meade (1989). Peningkatan nafsu makan ini dipicu oleh meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut dalam petak pemeliharaan. Peningkatan produksi dengan memanfaatkan aerasi telah dikemukakan oleh Boyd (1990) yang menyatakan pemberian aerasi selama 6 jam dapat meningkatkan bobot panen ikan *channel catfish* sebesar 203 % dibandingkan yang tidak diberi aerasi. Lebih lanjut dikemukakan bahwa pemberian aerasi menurunkan rasio konversi pakan. Penurunan rasio konversi pakan tersebut tentu saja berdampak kepada efisiensi pemberian pakan, yang selanjutnya akan berpengaruh terhadap biaya produksi budidaya.



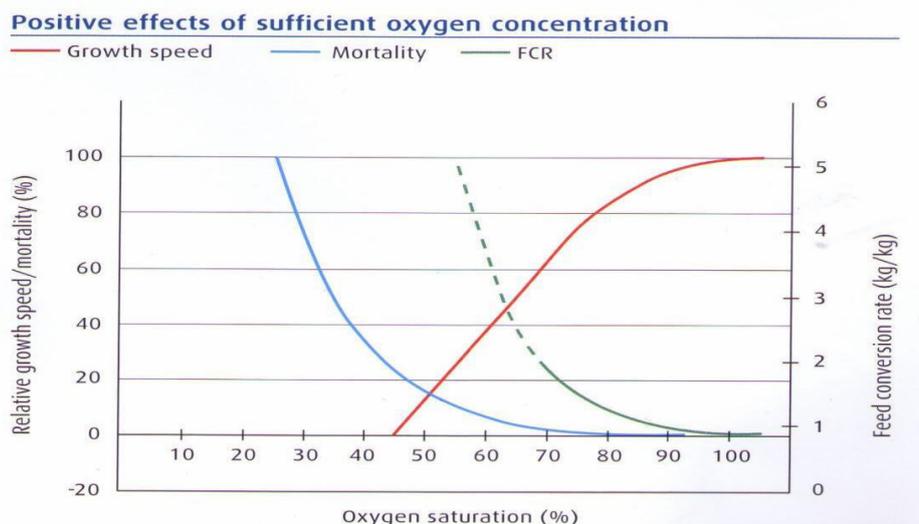
Gambar 4. Bobot ikan selama penelitian
Picture 4. The gain of fish weight during the research

Gambar 4 memperlihatkan pertumbuhan yang diperoleh pada KJA yang diberi aerasi lebih tinggi dibandingkan dengan yang dipelihara pada KJA yang tidak diberi aerasi. Perbedaan pertumbuhan antara kedua perlakuan belum terlihat jelas mulai dari awal penelitian (minggu pertama dan minggu kedua) perbedaan pada dua minggu awal penelitian hanya berkisar antara 16 % sampai dengan 30 %. Hal ini terjadi mengingat pada periode awal penelitian ikan yang dipelihara berada pada

tahap adaptasi, baik yang diberi aerasi maupun yang tidak diberi aerasi. Perbedaan laju pertumbuhan mulai terlihat dengan jelas pada minggu ketiga pemeliharaan dan terus meningkat sampai minggu keenam pemeliharaan. Sampai dengan minggu ketiga pertambahan bobot ikan yang tidak diberi aerasi bertambah sebesar 38 %, sedangkan ikan yang diberi aerasi pada minggu yang sama meningkat sebesar 104 %. Pada akhir periode pemeliharaan pertambahan bobot ikan yang tidak diberi

aerasi bertambah sebesar 130 %, sementara itu ikan yang diberi aerasi bertambah sebesar 495 %. Perbedaan pertambahan bobot ikan ini tentu saja berpengaruh terhadap jumlah ikan dalam bobot yang sama. Perbedaan pertumbuhan ini terjadi karena nafsu makan ikan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi oksigen terlarut sebagaimana dikemukakan oleh Meade (1989). Meningkatnya nafsu makan terlihat cukup jelas pada saat pemberian pakan. Peningkatan produksi dengan memanfaatkan aerasi telah dikemukakan oleh Boyd (1990) yang menyatakan bahwa pemberian aerasi selama 6 jam dapat meningkatkan bobot panen ikan *channel catfish* sebesar 203 % dibandingkan yang tidak diberi aerasi. Lebih lanjut dikemukakan bahwa pemberian aerasi menurunkan rasio konversi pakan. Penurunan rasio konversi pakan tersebut tentu saja berdampak kepada efisiensi pemberian pakan, yang selanjutnya akan berpengaruh terhadap biaya produksi budidaya. Peningkatan efisiensi pakan atau penurunan rasio konversi pakan tentu saja akan memberikan tambahan keuntungan kepada pembudidaya mengingat porsi pembiayaan terbesar dalam budidaya

perikanan adalah biaya untuk pakan. Hasan dan New (2013) menyebutkan bahwa pakan berkontribusi sebesar 40 – 60 % dalam pembiayaan. Peningkatan pertumbuhan dan penurunan rasio konversi pakan yang dipicu oleh peningkatan oksigen terlarut dan persen saturasi dikemukakan oleh Mallya (2007) sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 5. Terlihat pada Gambar 5 persen saturasi oksigen antara 70-80 % sebagaimana yang terdapat pada petak-petak yang tidak diaerasi dalam penelitian ini, memberikan kecepatan pertumbuhan 60-80 %. Sedangkan pada persen saturasi 80-90 % yang terdapat pada petak-petak yang diaerasi memberikan kecepatan pertumbuhan relatif 80 % sampai mendekati 100 %. Dilain pihak peningkatan persen saturasi ini mampu menurunkan FCR. Dalam gambar tersebut terlihat pula penurunan mortalitas sampai dengan 0 %. Dalam penelitian ini laju mortalitas yang terjadi sangat rendah, baik pada petak-petak yang diaerasi maupun tidak diaerasi. Kematian hanya terjadi pada pada minggu pertama pemeliharaan dengan jumlah kematian antara 1-2 ekor per hari pada masing-masing petak. Dengan kata lain laju mortalitasnya kurang dari 1 %.

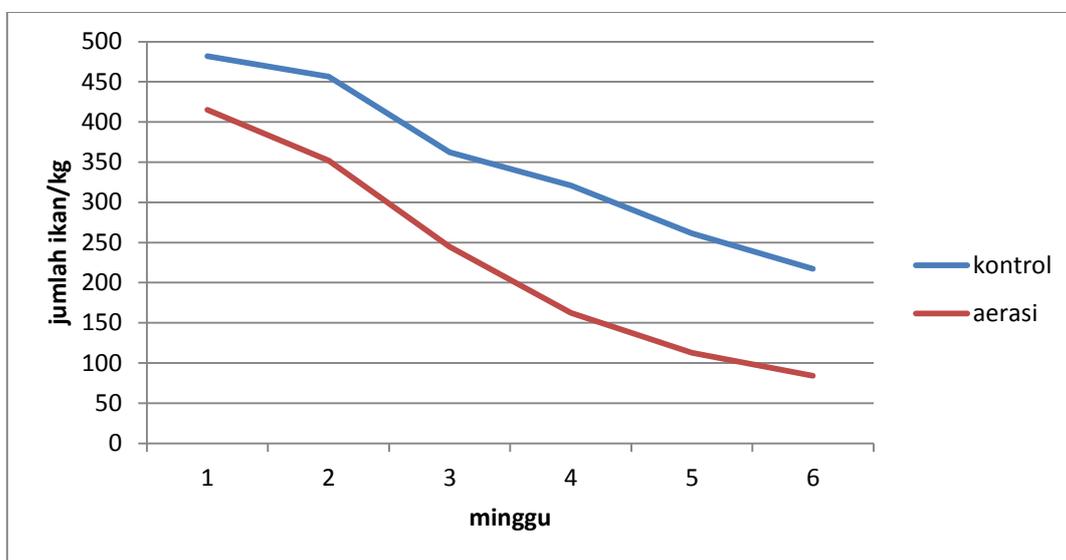


Gambar 5. Pengaruh Persen Saturasi Oksigen Terhadap Laju Pertumbuhan Relatif, FCR dan Mortalitas

Picture 5. Effect of Percent Saturation Oxygen to Growth Rate FCR and Mortality (Sumber: Mallya, 2007)

Hasil yang diperoleh ini tentu saja menguntungkan pembudidaya karena mereka dapat memperoleh ukuran yang lebih besar dalam periode pemeliharaan yang lebih pendek. Keuntungan lain yang diperoleh pembudidaya adalah dalam hal efisiensi pakan. Efisiensi pakan diperoleh mengingat respon ikan terhadap pakan pada KJA yang diaerasi lebih tinggi atau dengan kata lain jumlah pakan yang diberikan pada KJA yang diaerasi lebih banyak yang dimakan oleh ikan dibandingkan dengan KJA yang tidak diaerasi. Hal ini sejalan dengan pendapat Meade (1989) yang

menyebutkan bahwa peningkatan oksigen terlarut akan meningkatkan nafsu makan ikan. Pendapat yang sama dikemukakan oleh Mallya (2007) dan Hasan dan New (2013) yang menyatakan bahwa ikan akan menurunkan pengambilan makanan (*food intake*) pada kondisi oksigen terlarut rendah, dan hal tersebut berdampak pada penurunan pertumbuhan dan berlaku sebaliknya. Gambar 6 memperlihatkan jumlah ikan dalam setiap kilogramnya, sedangkan ukuran ikan pada akhir periode pemeliharaan diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 6. Jumlah ikan per kilogram selama penelitian
Picture 6. Amount of fishes each kilogram during the research



Gambar 7. Ukuran Ikan yang diberi aerasi (kiri) dan tidak diberi aerasi (kanan) Pada Akhir Periode Pemeliharaan

Picture 7. Fish size with aeration (left) and without aeration (right) at the end of treatment

Simpulan Dan Saran

Simpulan

Pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi aerasi yang diaplikasikan ke dalam petak-petak KJA dapat menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut dan persen saturasi oksigen serta menurunkan konsentrasi ammonia. Dalam pemeliharaan selama enam minggu pertumbuhan ikan pada petak yang diberi aerasi lebih tinggi dibandingkan yang tidak diberi aerasi, yaitu 495 % , sedangkan pada petak yang tidak diberi aerasi ikan tumbuh sebesar 130 %.

Saran

Untuk memperoleh informasi yang lebih akurat mengenai efisiensi pemberian aerasi diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai lama aerasi yang memberikan hasil terbaik. Untuk meningkatkan efisiensi pemberian pakan perlu dilakukan penghitungan sisa pakan. Perlu dilakukan sosialisasi pemanfaatan energi matahari sebagai penggerak aerator untuk memasok oksigen ke dalam petak-petak KJA terhadap masyarakat (kelompok) pembudidaya ikan dalam KJA di Waduk Cirata.

Ucapan Terima Kasih

Tulisan ini merupakan bagian dari penelitian yang didanai melalui skim penelitian unggulan perguruan tinggi (PUPT) Unpad, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Unpad dan Ditlittabmas yang telah mendanai, ucapan terima kasih disampaikan pula kepada Rajibbusallam S.Pi. selaku pemilik KJA Zahra yang telah memberikan ijin penggunaan KJA untuk penelitian ini

Daftar Pustaka

- Boyd, C.E. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Elsevier Sci. Pub. Co. Amsterdam.
- Costa-Pierce, B, A, O; Soemarwoto; C, M, Roem and T, Herawati, 1990, Water Quality Suitability of Saguling and Cirata Reservoirs for Development of Floating Net Cage Aquaculture, *In Reservoir Fisheries and Aquaculture Development for Resettlement in Indonesia*, B, A, Costa-Pierce and O, Soemarwoto, PLN/IOE/ICLARM
- Hasan, M.R., dan M.B. New. 2013. On Farm Feeding and Feed Management in Aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 583. Rome, FAO
- Mallya, Y.J. 2007. The Effect of Dissolved Oxygen on Fish Growth in

- Aquaculture. United Nation University. Reykjavik. Iceland
- Meade, J.W. 1989. *Aquaculture Management*. An Avi Book Pub. By Van Nostrand Reinhold. New York.
- Nurruhwati, I, Zahidah, dan H. Suherman. 2007. Upaya Menurunkan Kematian Massal Ikan Karamba Jaring Apung di Waduk Cirata Melalui Aerasi Lapisan *Epilimnion* dan *Hipolimnion*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Tidak dipublikasi.
- Prillia. 2007. Kincir angin, kabar dari Jerman. Diakses dari [http://www/turbin angin](http://www/turbin%20angin) tanggal 19 Maret 2009.
- Sumiarsih, E, O.S. Djunaedi, Y. Dhahiyat dan Zahidah. 2014. Dampak Limbah Kegiatan Karamba Jaring Apung (KJA) terhadap Karakteristik Biologis Ikan Endemik di Sekitar KJA Waduk Koto panjang, Riau. Disertasi di Universitas Padjadjaran.
- YSI Aquaculture. 2010. Understanding Ammonia in Aquaculture Ponds. YSI Enviromental.
- Zahidah, W. Gunawan dan U. Subhan. 2009. Teknologi BioCycloAquaculture (BCA) dalam pemanfaatan limbah Keramba Jaring Apung (KJA) yang Ramah Lingkungan. Jurnal Bionatura Vol 11 No 3