

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jkpi>

e-mail: jkpi.puslitbangkan@gmail.com

JURNAL KEBIJAKAN PERIKANAN INDONESIA

Volume 10 Nomor 2 November 2018

p-ISSN: 1979-6366

e-ISSN: 2502-6550

Nomor Akreditasi Kementerian RISTEKDIKTI: 21/E/KPT/2018



PENGELOLAAN KUALITAS PERAIRAN MELALUI PENERAPAN BUDIDAYA IKAN DALAM KERAMBA JARING APUNG "SMART"

WATER QUALITY MANAGEMENT THROUGH APPLICATION OF SMART CAGE CULTURE

Lismining Pujiyani Astuti*¹, Andika Luky Setiyo Hendrawan¹ dan Krismono¹

¹Balai Riset Pemulihan Sumberdaya Ikan, Jl. Cilalawi No 1 Jatiluhur, Purwakarta, Jawa Barat, Indonesia

Teregistrasi I tanggal: 08 Januari 2018; Diterima setelah perbaikan tanggal: 01 Agustus 2018;

Disetujui terbit tanggal: 13 Agustus 2018

ABSTRAK

Sistem budidaya ikan dalam karamba jaring apung (KJA) yang berkembang pesat saat ini disinyalir menjadi salah satu sumber pencemaran perairan waduk/danau. Sumber pencemar berasal dari sisa pakan yang terbuang, tak tercerna dan sisa metabolisme ikan. Pakan ikan mengandung fosfor, apabila terbuang dan terdekomposisi di perairan dapat menyebabkan eutrofikasi. Perlu menciptakan suatu teknologi budidaya ikan di perairan terbuka yang mampu menekan terbuangnya sisa pakan langsung ke perairan umum. Salah satu sistem budidaya yang dapat dikembangkan adalah dengan budidaya ikan dalam karamba jaring apung "SMART" yaitu KJA Sistem Manajemen Air dengan Resirkulasi dan Tanaman yang merupakan sistem akuaponik yang dimodifikasi dan diterapkan di perairan terbuka. Tujuan penulisan ini adalah untuk memberikan informasi terkait dengan pengelolaan kualitas air melalui penerapan budidaya ikan dalam karamba jaring apung SMART. Data dan informasi diperoleh melalui kegiatan eksperimental maupun hasil penelitian terdahulu. Berdasarkan data dan informasi yang diperoleh, teknologi budidaya ini mampu menurunkan kandungan P-PO₄, N-NO₃ dan bahan organik pasca melewati tanaman akuaponik berturut-turut adalah 6,3-84,8%; 4,1 -77,7% dan 8,8-90,71%, sehingga dapat digunakan untuk mengelola kualitas air pada budidaya ikan dalam karamba jaring apung SMART di perairan terbuka.

Kata Kunci: Sisa pakan; akuaponik; biofilter; KJA SMART

ABSTRACT

Fish cultivation system in floating net cage is growing rapidly nowadays and it is one of several sources of pollution in reservoir or lake waters. The source of the contaminants comes from uneaten feed and excretion from fish metabolism. This feed contains phosphorus, which is wasted and decomposed in waters cause eutrophication. It is necessary to design a technology of fish farming that is able to prevent the wasted feed spread directly into the inland waters. We developed a floating net cage using "SMART" i.e. Water Management System by Recirculation and Plants, which involves a modified aquaponic and can be applied in open water. The purpose of this paper was to provide information related to water quality management through the application of SMART KJA. Data and information were obtained through experimental study and the results from previous research. It was found that aquaculture technology was able to decrease P-PO₄, N-NO₃ and the organic matter after passing through the aquaponic plants was 6.3-84.8%; 4.1 -77.7% and 8.8-90.71%, respectively ; so it can be used to manage aquaculture water quality by Smart floating net in open waters.

Keywords: Uneaten feed; aquaponic; biofilter; SMART floating net cage

Korespondensi penulis:

e-mail: lisminingastuti@gmail.com

Telp.+62 896-5140-0721

PENDAHULUAN

Kegiatan budidaya ikan dalam karamba jaring apung (KJA) saat ini banyak berkembang di perairan danau dan waduk dan merupakan salah satu sumber penghasil ikan air tawar selain dari perikanan tangkap, namun, seiring dengan berjalannya waktu, ternyata sistem budidaya dalam KJA menjadi salah satu penyebab terjadinya degradasi lingkungan perairan (Simarmata, 2007).

Sistem KJA ini telah membuka lapangan pekerjaan bagi masyarakat sekitar sehingga dapat mengurangi angka pengangguran. Dalam usaha budidaya KJA seorang tenaga kerja dapat menangani 4 - 8 petak KJA (Astuti & Krismono, 2016), namun terdapat beberapa dampak negatif yang ditimbulkan dari budidaya ikan melalui sistem KJA yang tidak terkontrol antara lain: (i) penurunan kualitas air seperti penurunan oksigen terlarut, peningkatan amoniak, nitrit dan sulfida serta peningkatan kekeruhan, (2) peningkatan pencemaran bahan organik yang berasal dari pakan yang tidak dicerna, feses dan urin ikan. Di Waduk Ir. H. Djuanda ditemukan adanya bahan organik yang besar yang berasal dari sisa pakan aktivitas KJA yang telah melampaui daya dukung perairan (Simarmata *et al.*, 2008; Purnamaningtyas & Tjahjo, 2008). Simarmata *et al.* (2008) menyatakan terdapat kecenderungan penurunan oksigen terlarut dengan bertambahnya konsentrasi bahan organik di Waduk Djuanda, Jatiluhur. Hasil penelitian Krismono & Krismono (2003) menunjukkan bahwa ketebalan endapan di Waduk Djuanda pada lokasi budidaya 10 cm lebih tebal dibandingkan lokasi tanpa kegiatan budidaya ikan dan peningkatan unsur hara perairan terutama N dan P yang diperkirakan berasal dari hasil dekomposisi sisa pakan ikan dari KJA yang terendapkan di dasar perairan (Purnamaningtyas & Tjahjo, 2008). Tavares *et al.* (2016) juga menyebutkan bahwa kegiatan KJA dapat mempercepat eutrofikasi karena nutrien yang berlebih yang berasal dari pakan, meningkatkan padatan terlarut dan nutrien di kolom air.

Permasalahan sektor budidaya adalah banyaknya praktek budidaya yang tidak ramah lingkungan yang hanya berorientasi pada peningkatan produksi tanpa memperhatikan daya dukung lingkungan perairan. Degradasi lingkungan akan menyebabkan sistem ekologis perairan cenderung menjadi tidak stabil, dan secara periodik dapat menimbulkan masalah, seperti terjadinya kondisi anoksia yang diikuti kematian ikan dalam skala besar (Henderson-Seller & Markland 1987). Kematian ikan secara massal seringkali terjadi di beberapa perairan waduk dan danau seperti di Waduk Ir H Djuanda, Waduk Cirata, Waduk Kedung

Ombo, Waduk Gajah Mungkur, Danau Maninjau serta Danau Toba.

Berdasarkan dampak dari kegiatan budidaya, dilakukan upaya pembuatan design sistem budidaya yang ramah lingkungan. Salah satunya adalah dengan sistem KJA SMART atau KJA Sistem Manajemen Air dengan Resirkulasi dan Tanaman yang merupakan sistem budidaya KJA yang dapat mengurangi masukan bahan pencemar organik yang berasal dari pakan yang terbuang dan ekskresi ikan. Sistem KJA SMART mengadopsi sistem akuaponik yang dimodifikasi dan diterapkan di perairan terbuka. Akuaponik adalah konsep pengembangan *bio-integrated farming system*, yaitu suatu rangkaian teknologi yang memadukan antara teknik budidaya perikanan dan pertanian. Teknologi akuaponik ini dirancang untuk memanfaatkan air yang mengandung sisa pakan dan kotoran dari ikan sebagai sumber nutrisi tanaman atau dengan kata lain merupakan *recirculating aquaculture system* (Graber & Junge, 2009; Setijaningsih & Umar, 2015; Sayekti *et al.*, 2016). Sistem aquaponik mampu mereduksi amonia dengan menyerap air dari kegiatan budidaya ikan oleh akar tanaman (Dauhan *et al.*, 2014).

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan metode eksperimental. Data primer yang digunakan merupakan hasil kualitas air yang diamati setiap minggu dan hasil budidaya ikan. Data kualitas air dan ikan diperoleh dari percobaan pada KJA SMART dan KJA konvensional yang biasa dilakukan oleh pembudidaya. Data sekunder diperoleh dari berbagai laporan hasil penelitian dan jurnal hasil penelitian. Selanjutnya data primer dan sekunder ditabulasikan dan dianalisa secara deskriptif. Tujuan penulisan paper ini adalah memberikan informasi terkait dengan pengelolaan kualitas air melalui penerapan budidaya ikan dalam karamba jaring apung SMART.

Konstruksi KJA SMART

Konstruksi KJA SMART terdiri dari tiga komponen utama yaitu kolam kedap air, penampung sisa limbah pakan dan tanaman akuaponik (Gambar 4).

1. Konstruksi sistem KJA SMART (Gambar 1) adalah kolam menggunakan bahan kedap air berukuran panjang 7 m, lebar 7 m dan kedalaman 2,5 m dengan dibuat jendela sirkulasi air berukuran panjang 1 m dan lebar 50 cm pada dua sisi KJA. Jumlah jendela ada enam buah dan jarak antar jendela 50 cm. Jendela sirkulasi ini berfungsi untuk sirkulasi air antara kolam KJA dan perairan waduk. Sisa pakan ikan yang terbuang dan feses ikan

akan tertampung pada dasar kolam diangkat dengan pemompaan. Tujuan pemberian jendela agar tetap terjadi sirkulasi air sehingga kekurangan oksigen di dalam kolam dapat diminimalkan,

namun pakan tidak menyebar dan tetap jatuh di kolam KJA SMART. Jendela kolam di buat disisi-sisi kolam dengan menggunakan jaring berukuran 3/4 inch. Sistem ini menjadi semi tertutup.



Gambar 1. Sistem KJA SMART semi tertutup dengan jendela.

Figure 1. Semi-closed construction of SMART cage culture with circulation hole.

2. Penampung sisa limbah pakan ikan
Konstruksi terdiri dari bak penampung dengan volume 250 L dan mesin pompa sedot (Gambar 2). Bak penampung berfungsi untuk menampung

sisa pakan dan feses ikan hasil penyedotan dari dasar kolam. Air hasil penyedotan biasanya keruh dan berwarna gelap yang menandakan bahwa sebagian sisa pakan yang terangkut ke atas telah terdekomposisi.



Gambar 2. Penampung sisa pakan hasil penyedotan dengan pompa air.

Figure 2. Container of wasted feed from the suction process.

3. Sistem akuaponik dibuat disisi kolam KJA SMART agar lebih luasa dan tidak mengganggu jalan antar petak serta lebih banyak pralon yang dipakai

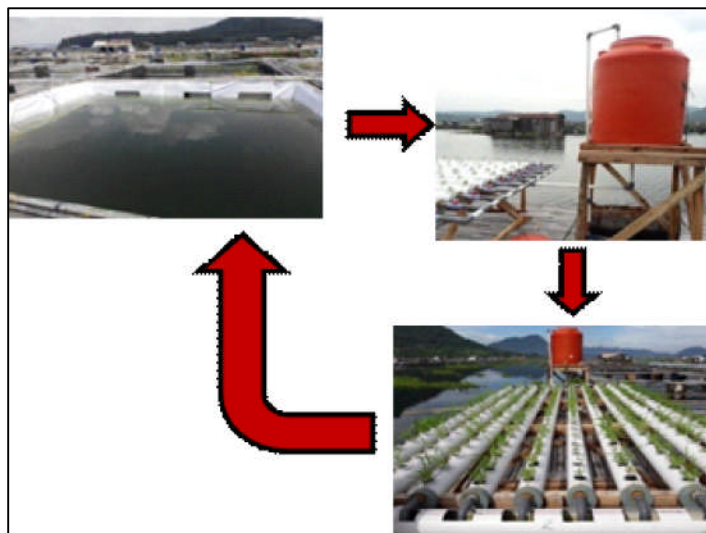
sehingga tanaman yang dapat ditanam lebih banyak (Gambar 3). Pipa media tanam berdiameter 6 inch, jarak antar lubang dibuat sebesar 15 cm,

sehingga jumlah pot tanam pada pipa yang panjangnya 4 m adalah 23 pot. Ikan yang dibudidayakan adalah ikan mas (*Cyprinus carpio*) sebanyak 50 kg dengan ukuran 13 – 18 cm dengan rata-rata 15 cm. Benih kangkung ditanam langsung ke pot media tanam akuaponik. Media tanam terdiri dari arang kayu dan arang sekam. Media tanam ini juga berfungsi sebagai filter. Arang merupakan bahan filterisasi yang berfungsi sebagai adsorben untuk menghilangkan

kandungan bahan organik, bau, rasa dan polutan mikro. Arang merupakan adsorben berpori sehingga semakin kecil ukuran porinya maka luas permukaan pori-porinya semakin besar sehingga kecepatan adsorbennya lebih besar. Efisiensi purifikasi arang untuk BOD dan COD adalah berurut-turut 47,76% dan 60% (Komariah *et al.*, 2016). Rangkuman konstruksi lengkap SMART KJA seperti pada Gambar 4, sedangkan KJA konvensional pada Gambar 5.



Gambar 3. Sistem akuaponik di sisi kolam KJA SMART.
Figure 3. Aquaponic system beside of SMART Cage culture.



Gambar 4. Konstruksi KJA SMART secara lengkap.
Figure 4. Completed SMART Cage culture Construction.

Sebagai perbandingan, konstruksi KJA konvensional berupa jaring berukuran $\frac{3}{4}$ inch tanpa adanya tanaman akuaponik dan penyedotan. Sisa pakan yang tidak tercerna dan feses ikan akan langsung terbuang di perairan terbuka. Partikel feses yang berukuran besar dan pakan yang terbuang

secara cepat akan terendapkan sebagai sedimen dasar, sedangkan partikel yang berukuran kecil akan berada dalam bentuk suspensi yang akan dimanfaatkan oleh zooplankton dengan sistem filternya dan ikan di kolom air (Wang *et al.*, 2012).



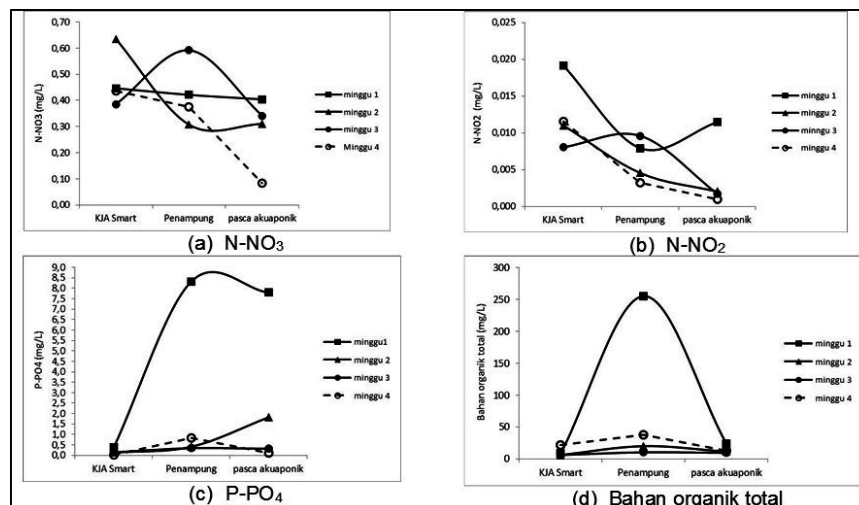
Gambar 5. Sistem KJA konvensional dengan jaring.
Figure 5. Conventional floating net cage culture.

Kualitas Air Sistem Akuaponik

Sistem akuaponik ini juga berfungsi sebagai filter biologi menggunakan tanaman kangkung, sejenis sayuran yang dapat dikonsumsi dan bernilai ekonomi serta dapat dimanfaatkan sebagai fitoremediator limbah. Kangkung dapat memanfaatkan nutrisi nitrogen dan fosfor dari limbah sisa pakan (Effendi *et al.*, 2015).

Konsentrasi $N-NO_3$, $N-NO_2$, $P-PO_4$ cenderung rendah pasca melewati tanaman akuaponik (Gambar 6). Pengamatan ini dimulai sejak tanaman kangkung berumur 7 hari setelah tanam. Penelitian Zhang *et al.* (2011) yang menggunakan konstruksi lahan basah yang ditanami berbagai jenis tumbuhan air perenial akuatik seperti *Canna indica*, *Iris tectorum*, *Cyperus papyrus*, *Thalia dealbata*. Konstruksi lahan basah ini mulai digunakan setelah tanaman tumbuh dan mikro organisme berkembang yaitu sekitar 2 bulan. Selanjutnya dilaporkan bahwa air yang masuk mempunyai konsentrasi nutrisi lebih besar dibandingkan air yang keluar yaitu $N-NO_{2\text{masuk}}$ 0,064

mg/L menjadi $N-NO_{2\text{keluar}}$ 0,016 mg/L dengan efisiensi penurunan 59,8%; $N-NO_{3\text{masuk}}$ 0,08 mg/L menjadi $N-NO_{3\text{keluar}}$ 0,06 mg/L dengan efisiensi penurunan 16,1% dan total fosfor $_{\text{masuk}}$ 0,44 mg/L menjadi total fosfor $_{\text{keluar}}$ 0,24 mg/L dengan efisiensi penurunan 46,2%. Persentase penurunan $P-PO_4$ dalam sistem akuaponik KJA SMART dengan tanaman kangkung berkisar 6,3–84,8%, sementara Salam *et al.* (2014) menyebutkan 70% dan Setijaningsih & Umar (2015) menyebutkan 13,05 – 28,24%. Prosentase penurunan $N-NO_3$ dan bahan organik pasca melewati tanaman kangkung adalah berturut-turut 4 – 77,7% dan 8,8 – 90,7%. Konsentrasi $P-PO_4$ dan bahan organik lebih tinggi pada penampung, kemudian menurun pasca melewati tanaman akuaponik. Tingginya bahan organik dan $P-PO_4$ pada penampung karena air pada penampung merupakan hasil penyedotan sisa pakan yang terdapat di dasar kolam. Pakan ikan mengandung protein sekitar 24 – 30% (25,25%); lemak 5-8% (5,33%); serat kasar 5-8% (6,67%); abu 5-13% (11,89%); kadar air 11-13% (12%) dan fosfor 1,27 – 1,66% (1,50%) (Ardi, 2013).

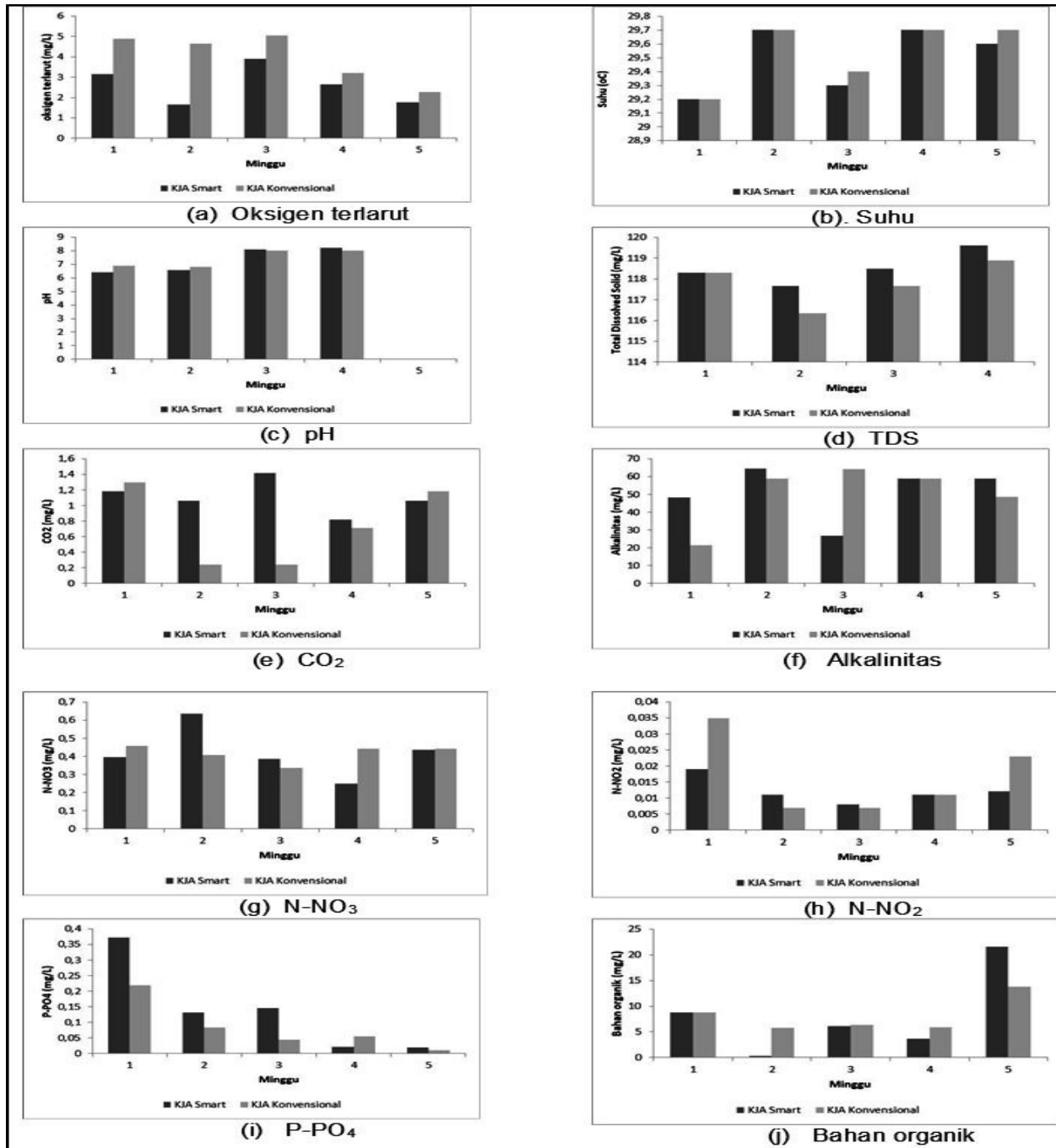


Gambar 6. Kualitas air pada sistem akuaponik.
Figure 6. Water quality in aquaponic system.

Kualitas Air KJA SMART dan KJA Konvensional

Kualitas air merupakan faktor penting dalam kegiatan budidaya ikan karena dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan ikan budidaya. Parameter suhu, *total dissolved solid* (TDS) dan pH diantara kedua perlakuan tidak berbeda jauh. Suhu berkisar 29,2-29,7°C; pH berkisar 6,5 – 8 dan TDS berkisar 117 – 119 mg/L. Oksigen terlarut pada KJA SMART 1,6 – 3,9 mg/L sementara pada KJA konvensional berkisar 2,3 – 5 mg/L. Oksigen pada

KJA konvensional cenderung lebih tinggi dibandingkan pada KJA SMART. Konsentrasi CO₂ bebas cenderung lebih tinggi pada sistem KJA SMART dibandingkan KJA konvensional. Hal ini diduga karena jendela pada kolam KJA SMART sedikit sehingga sirkulasi air kurang lancar. Nilai alkalinitas cenderung berfluktuasi pada kedua tipe sistem budidaya. Konsentrasi nutrisi nitrogen dan bahan organik cenderung berfluktuasi namun konsentrasi bahan organik cenderung lebih tinggi pada KJA SMART (Gambar 7).



Gambar 7. Grafik parameter kualitas air.
 Figure 7. Water Quality in SMART and conventional cage culture.

Kualitas air merupakan faktor penting bagi pertumbuhan ikan baik ikan budidaya maupun ikan di alam. Kualitas air yang baik sesuai persyaratan tumbuh kembang ikan akan mendorong dan mendukung pertumbuhan ikan secara baik. Namun apabila kualitas air jelek seperti akibat adanya pencemaran organik maupun anorganik akan mempengaruhi tumbuh kembang ikan seperti pertumbuhan lambat dan kesehatan ikan akibat penyakit.

Suhu merupakan faktor penting dalam metabolisme ikan dan lingkungan perairan seperti kenaikan suhu dapat mengakibatkan menurunnya kelarutan oksigen (Effendi, 2003). Suhu perairan pada sistem KJA SMART dan konvensional cenderung tidak berbeda pada setiap pengamatan yaitu berkisar 29,2-29,7°C. Ikan dapat tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 25- 32°C, tetapi dengan perubahan suhu yang mendadak dapat menyebabkan ikan stress (Pujiastuti et al., 2013).

Tidak jauh berbeda dengan suhu, nilai pH pada kedua sistem KJA tidak jauh berbeda bahkan cenderung selalu sama yaitu berkisar 6 – 9 yang layak untuk kegiatan perikanan budidaya. Konsentrasi karbondioksida bebas cenderung lebih tinggi pada KJA SMART yang diduga berasal dari dekomposisi bahan organik yang masih tersisa dan terendapkan di dasar kolam yang dangkal. Karbondioksida dilepaskan selama proses dekomposisi (Rahman, 2015), demikian juga nilai TDS cenderung lebih tinggi di KJA SMART yang diduga akibat adanya pengadukan oleh gerak ikan dan partikel-partikel di kolom air. Kedalaman kolam hanya sekitar 2,5 m sehingga mudah teraduk di dalam kolom air.

Dalam kegiatan budidaya, pemberian pakan berkualitas merupakan salah satu faktor untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan. Pakan ikan mengandung protein sekitar 24 – 30% (Sukadi, 2010; Ardi, 2013). Dalam kegiatan budidaya ikan terjadi pelepasan limbah karbon, nitrogen dan fosfor. Bahan anorganik terlarut dari nitrogen (seperti NH₃) dan fosfor (seperti PO₄³⁻) dilepaskan melalui ekskresi dan C anorganik dilepaskan melalui respirasi. Partikel feses yang berukuran besar dan pakan yang terbuang secara cepat akan terendapkan di sedimen dasar sedangkan partikel yang berukuran kecil akan berada dalam bentuk suspensi yang akan dimanfaatkan oleh zooplankton dengan sistem filternya dan ikan di kolom air (Wang et al., 2012).

Jumlah pakan yang digunakan selama penelitian untuk KJA SMART sebanyak 200 kg dan 350 kg untuk KJA konvensional. Estimasi prosentase terbuangnya pakan yang tidak termakan berkisar 20%-30% (Krismono & Wahyudi, 2001; Erlania et al., 2010; Sukadi, 2010). Berdasarkan hal tersebut maka perkiraan pakan yang terbuang untuk KJA SMART berkisar 40 – 60 kg dan untuk KJA konvensional berkisar 70 – 105 kg (Tabel 1). Hasil penelitian Sukadi (2010) dan Ardi (2013) menyebutkan bahwa terdapat sekitar 17 merk dagang pakan ikan dari enam perusahaan yang digunakan di Waduk Jatiluhur dan Cirata. Ardi (2013) menyebutkan bahwa dari 10 merk dagang pakan ikan yang digunakan di Waduk Cirata mengandung total fosfor berkisar 1,27 – 1,66% dengan rerata 1,5%. Prosentase tersebut lebih rendah dari hasil penelitian Sukadi (2010) yang berkisar 1,38-5,18% dengan rerata 2,9% diduga sudah ada perbaikan komposisi fosfor pakan mendekati kebutuhan ikan yaitu 0,6 – 0,7 % untuk ikan mas dan 0,8 – 1,0 % untuk ikan nila (Ardi, 2013).

Tabel 1. Estimasi limbah pakan yang tidak tercerna dan fosfor total yang terbuang
Table 1. Estimation of uneaten feed loading and load of total phosphore

Sistem KJA	Jumlah pakan (kg)	Jumlah yang terbuang (kg)	P total terbuang (kg)
SMART	200	40 – 60	0,6 - 0,9
Konvensional	350	70 – 105	1,05 -1,58

Sisa pakan dalam KJA SMART diperkirakan sekitar 40 – 60 kg akan terendapkan dan terdekomposisi di dasar kolam. Sisa pakan tersebut akan dipompa dan disedot untuk dialirkan ke tanaman akuaponik, namun diduga masih ada sisa yang belum terangkat dan terdekomposisi pada sistem KJA SMART yang akan mempengaruhi konsentrasi oksigen, nutrisi dan bahan organik. Volume air pada sistem KJA SMART diperkirakan 122,5 m³ jauh lebih kecil dibandingkan volume waduk. Akibatnya konsentrasi nutrisi dan bahan organik lebih tinggi dibandingkan KJA konvensional. Pada sistem KJA

konvensional, sisa pakan yang tak dicerna dan terbuang di perairan diperkirakan mencapai kisaran 70 – 105 kg. Sisa pakan yang terbuang tersebut sebagian akan terdispersi ke perairan dan sebagian menempel pada jaring KJA. Sisa pakan yang terdispersi sebagian akan dikonsumsi oleh ikan liar yang berada di sekitar KJA sehingga mengurangi limbah KJA (Vita et al., 2004; Fernandez-Jover et al., 2011) dan sebagian terendapkan ke dasar perairan. .

Oksigen terlarut pada sistem KJA SMART cenderung lebih rendah dibandingkan KJA

konvensional. Hal ini diduga bahwa sistem KJA SMART yang semi tertutup tidak terjadi sirkulasi air dari luar sehingga waktu tinggal air lebih lama dibanding KJA konvensional. Sumber oksigen diduga berasal dari fotosintesis fitoplankton dan difusi udara atmosfer, namun oksigen juga berkurang oleh respirasi biota akuatik (ikan dan zooplankton) dan juga proses dekomposisi bahan organik (Rahman, 2015) yang terendapkan di dasar kolam. Konsentrasi nitrogen baik nitrat maupun nitrit cenderung bervariasi yang diduga sangat tergantung pada keberadaan bakteri nitrifikasi. Bakteri tersebut yang berperan dalam mengubah bentuk nitrogen amonium, nitrit menjadi nitrat. Kondisi pH yang netral – alkalin (7 – 10) mempercepat pelepasan amonium ke air (Sukadi, 2010).

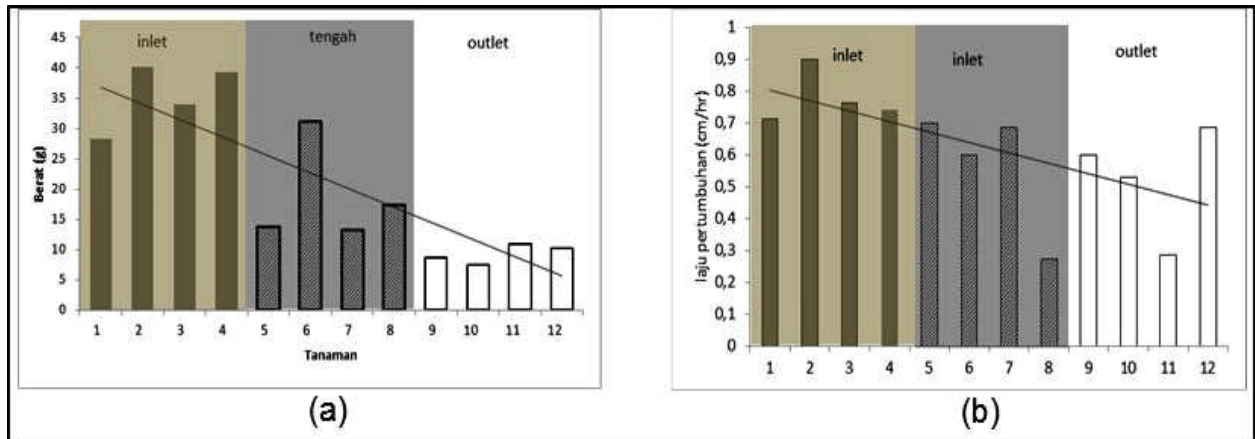
Fosfor diperlukan dalam perkembangan dan pertumbuhan tulang ikan. Apabila kekurangan fosfor dapat menyebabkan perkembangan abnormal, tulang cacat, pertumbuhan terganggu bahkan kematian ikan demikian juga apabila konsentrasi fosfor yang tinggi dapat mengakibatkan terganggunya proses metabolisme tubuh. Fosfor akan dimanfaatkan ikan sesuai dengan kebutuhan tubuhnya, dan fosfor yang tidak dapat dimanfaatkan akan diekskresikan dalam bentuk feses dan urin (Lestari *et al.*, 2015). Kebutuhan fosfor untuk ikan adalah 0,6 – 0,7 % untuk ikan mas dan 0,8 – 1,0 % untuk ikan nila (Ardi, 2013). Meningkatnya sisa pakan dan buangan metabolit dapat menyebabkan peningkatan fosfor perairan sehingga kualitas air menurun. Dalam estimasi limbah fosfor yang dihasilkan dalam KJA SMART berkisar 0,6 – 0,9 kg (Tabel 2) lebih rendah dari KJA konvensional karena jumlah pakan yang diberikan juga lebih rendah, namun di perairan KJA SMART mempunyai konsentrasi fosfat lebih tinggi. Hal ini diduga dalam KJA SMART yang konstruksinya berupa kolam tertutup cenderung sedikit terjadi aliran air masuk dan keluar sehingga seluruh pakan, sisa pakan, feses dan proses dekomposisinya berada di kolam tersebut. KJA SMART yang dangkal cenderung terjadi resuspensi sehingga meningkatkan laju mineralisasi yang berakibat meningkatkan nutrisi ke perairan (Rahman, 2015). Tavares *et al.* (2016) menyebutkan bahwa sistem KJA yang dalam dan lebih terbuka seperti KJA konvensional cenderung terjadi aliran air yang cukup tinggi dan dispersi sisa pakan dan feses ikan sehingga sebagian sisa pakan

dan feses ikan terdekomposisi dan mengendap di tempat lain. Hal ini berarti KJA SMART cenderung menekan masukan fosfor ke perairan waduk. Konsentrasi oksigen di KJA SMART juga lebih rendah, hal ini sesuai dengan pendapat Lestari *et al.* (2015) yang menyebutkan bahwa oksigen yang rendah menyebabkan proses metabolisme dan respirasi semakin meningkat yang kemudian dapat meningkatkan konsentrasi fosfor.

Pertumbuhan Tanaman Akuaponik

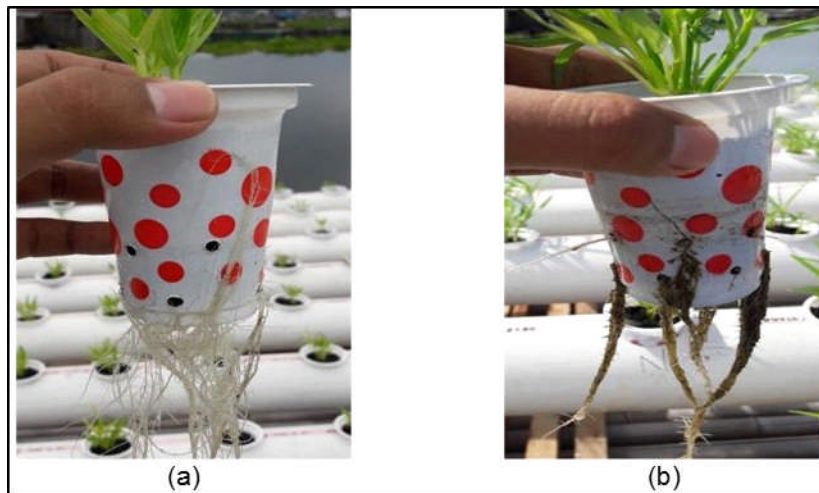
Hasil tanaman sistem akuaponik merupakan produk organik karena tidak menggunakan bahan kimia berupa pupuk maupun pestisida dalam proses penanamannya sehingga diharapkan mempunyai nilai jual yang tinggi. Pertumbuhan tanaman kangkung dalam KJA SMART menunjukkan bahwa tanaman kangkung yang ditanam pada inlet air mempunyai laju tumbuh lebih cepat daripada tanaman kangkung yang berada di bagian outlet. Hal ini menunjukkan bahwa pada air bagian inlet akuaponik mengandung nutrisi yang lebih tinggi dibanding di outlet sehingga pertumbuhannya lebih baik. Rata-rata laju pertumbuhan tanaman pada bagian inlet 0,78 cm/hari; bagian tengah 0,56 cm/hari dan bagian outlet 0,52 cm/hari (Gambar 8). Hal ini menunjukkan bahwa tanaman tersebut efektif dalam penyerapan nutrisi sehingga semakin ke arah outlet konsentrasi nutrisi semakin sedikit seperti pendapat Zhang *et al.* (2011). Laju pertumbuhan tanaman yang rendah di dekat outlet menyebabkan produksi bobot basah tanaman kangkung juga lebih rendah dibandingkan lokasi dekat inlet. Tanaman yang di dekat inlet cenderung terlihat subur, warna daun hijau dan tinggi. Konsentrasi nutrisi yang semakin kecil di dekat outlet menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat, warna daun menguning serta kerdil. Laju pertumbuhan kangkung ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Enduta *et al.* (2010) yang berkisar 1,75 – 2,5 cm/hari.

Akar tanaman akuaponik juga berfungsi sebagai *sediment trap* yang menahan partikel-partikel kasar dari sisa pakan dan feses ikan (Gambar 9). Akibatnya akar tanaman yang dekat inlet lebih kotor oleh partikel-partikel sisa pakan sementara akar tanaman yang di dekat outlet lebih bersih karena partikel telah disaring oleh akar tanaman di dekat inlet.



Gambar 8. Pertumbuhan tanaman kangkung dalam sistem KJA SMART (a) bobot akhir tanaman dan (b) laju pertumbuhan tanaman.

Figure 8. Growth of water spinach in SMART KJA (a) weight of water spinach (b) growth rate of water spinach.



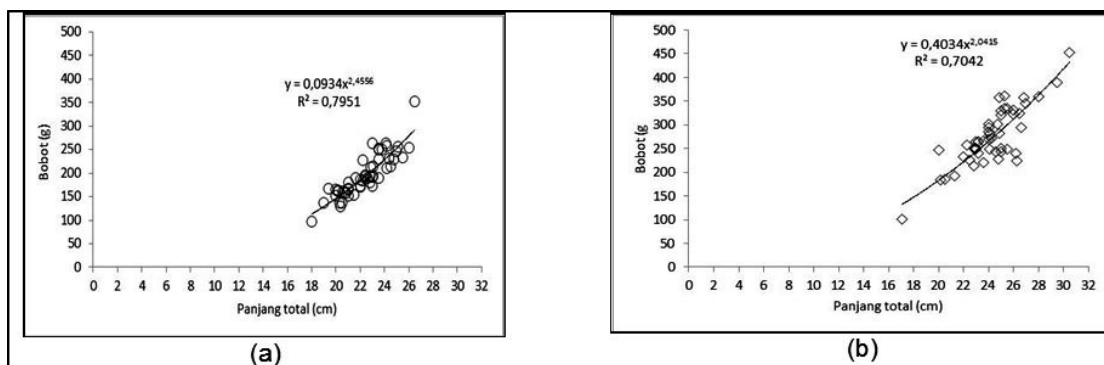
Gambar 9. Akar tanaman kangkung akuaponik pada KJA SMART (a) lokasi tanaman dekat outlet dan (b) lokasi tanaman dekat inlet.

Figure 9. Root of water spinach in SMART KJA, (a) location of the plant is near outlet and (b) location of the plant is near inlet.

Pertumbuhan Ikan

Hubungan panjang bobot merupakan salah satu cara untuk memberikan gambaran mengenai

pertumbuhan ikan. Hubungan panjang bobot ikan dalam sistem KJA SMART dan konvensional disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Hubungan panjang bobot ikan (a) KJA SMART, (b) KJA konvensional.

Figure 10. Length Weight Relationship of fishes (a) SMART KJA, (b) Conventional KJA.

Pola pertumbuhan ikan berdasarkan hubungan panjang – bobot pada KJA SMART dan KJA konvensional cenderung sama yaitu allometrik negatif dengan nilai $b < 3$. Pertumbuhan ikan bersifat allometrik negatif yang artinya pertumbuhan bobot ikan mas cenderung lebih lambat dibandingkan pertumbuhan panjangnya atau ikannya kurus akibat penambahan panjang lebih cepat dibandingkan penambahan bobot (Effendi, 1997). Hasil ini tidak jauh berbeda dari hasil penelitian Sulawesty *et al.* (2014) yang menyebutkan bahwa pertumbuhan ikan mas bersifat allometrik negatif pada perlakuan pakan pelet.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

KJA SMART atau KJA Sistem Manajemen Air dengan Resirkulasi dan Tanaman yang mengadopsi sistem akuaponik . mampu menurunkan kandungan P-PO₄, N-NO₃ dan bahan organik pasca melewati tanaman akuaponik berturut-turut adalah 6,3-84,8%; 4,1 -77,7% dan 8,8-90,71%, sehingga dapat digunakan untuk mengelola kualitas air pada budidaya ikan dalam karamba jaring apung SMART.

Rekomendasi

Teknologi budidaya keramba jaring apung SMART dapat diterapkan di perairan terbuka Untuk memperlancar sirkulasi air dari dan ke kolam KJA SMART maka disarankan untuk menambah jendela sehingga kualitas air tetap terjaga.

PERSANTUNAN

Tulisan ini merupakan hasil dari kegiatan “Penelitian Uji Serap Polutan Organik oleh Bahan Aktif Tanaman Air, Pengendalian Eceng Gondok dan Uji Kelayakan KJA SMART” tahun anggaran 2016.

DAFTAR PUSTAKA

Ardi, I. (2013). Budidaya ikan system keramba jaring apung guna menjaga keberlanjutan lingkungan perairan Waduk Cirata. *Media Akuakultur* 8 (1), 23 – 29. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/ma.8.1.2013.23-29>

Astuti, L.P., & Krismono. (2016). Pembenahan KJA di Waduk Jatiluhur. *Aqua Trobos Edisi April-Mei*.

Dauhan, R.E.S., Efendi, E., Suparmono. (2014). Efektifitas sistem akuaponik dalam mereduksi konsentrasi amonia pada sistem budidaya ikan. *Jurnal rekayasa dan teknologi budidaya perairan*. 3 (1), 297–302.

Effendi, H., Utomo, B.A., Darmawangsa, G.M., & Karo-Karo, R.E. (2015). Fitoremediasi limbah budidaya ikan lele (*Clarias sp.*) dengan kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan pakcoy (*Brassica rapa Chinensis*) dalam system resirkulasi. *Ecolab*, 9 (2), 47 – 104.

Effendi. H. (2003). *Telaah kualitas air: pengelolaan sumberdaya perairan dan lingkungan*. Kanisius. Yogyakarta

Effendie, M.I. (1997). *Biologi perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta.

Enduta, A., Juson, A., Ali, N., Wan Nik, W.B., & Hassan, A. (2010). A study on the optimal hydraulic loading rate and plant ratios in recirculation aquaponic system. *Bioresource Technology*, 101, 1511–1517.

Erlania, Rusmaedi, Prasetya, A.B., & Haryadi, J. (2010). Dampak manajemen pakan dari sistem budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di karamba jaring apung terhadap kualitas perairan Danau Maninjau. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, 621- 631.

Fernandez-Jover,D., Arechavala-Lopez,P., Martinez-Rubio,L., Tocher,DR., Bayle-Sempere,J.T., Lopez-Jimenez,J.A., Martinez-Lopez,F.J., Sanchez-Jerez,P. (2011). Monitoring the influence of marine aquaculture on wild fish communities: benefits and limitations of fatty acid profiles. *Aquacult Environ Interact*, 2, 39–47.

Graber, A., Junge, R. (2009). Aquaponic systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. *Desalination*, 246, 147–156.

Henderson-Seller, S.B., & Markland, H.R. (1987). *Decaying lakes*. The origins and control of cultural eutrophication. John Willey & Son. New York.

Komarlah, S., Waspodo R.S.B., & Chadirin, Y. (2016). Keefektifan zeolit dan arangsebagai bahan penyusun akuifer buatan (*Artificial Aquifer*) untuk Menurunkan BOD dan COD Air Sungai. *JTEP Jurnal keteknikan Pertanian*, 4 (1), 9-14.

Krismono & Wahyudi, N.A. (2001). Analisis kebijakan pengelolaan keramba jaring apung sebagai salah satu kegiatan pengelolaan danau dan waduk. *Dalam Analisis Kebijakan Pembangunan Perikanan*. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta, p. 75-85.

- Krismono, A.S.N., & Krismono. (2003). Indikator umbalan dilihat dari aspek kualitas air di Perairan Waduk Djuanda. *J.Lit.Perikan.Ind*, 9 (4), 73-85. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.9.4.2003.73-85>
- Lestari, N.A.A., Diantari, R., & Efendi, E. (2015). Penurunan fosfat pada system resirkulasi dengan penambahan filter yang berbeda. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, III (2), 367 – 374.
- Pujiastuti, P., Ismail, B., & Pranoto. (2013). Kualitas dan beban pencemaran perairan Waduk Gajah Mungkur. *Jurnal Ekosains*, V (1), 59-74.
- Purnamaningtyas, S.E., & Tjahjo, D.W.H. (2008). Pengamatan kualitas air untuk mendukung perikanan di Waduk Cirata, Jawa Barat. *J.Lit.Perikan.Ind*, 14 (2), 173-180. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.14.2.2008.173-180>
- Rahman, M.M. (2015). Role of common carp (*Cyprinus carpio*) in aquaculture production systems. *Frontiers in Life Science*, 8 (4), 399–410.
- Salam, M.A., Hashem, S., Asadujjaman, M., & Li, F. (2014). Nutrient recovery in fish farming: an aquaponics system for plant and fish integration. *World Journal Of Fish And Marine Sciences*, 6 (4): 355-360.
- Sayekti, R. S., Prajitno, & Indradewa, D. (2016). Pengaruh pemanfaatan pupuk kandang dan kompos terhadap pertumbuhan kangkung (*Ipomea retans*) dan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) pada sistem Akuaponik. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 17(2), 108-117.
- Setijaningsih, L & Umar, C. (2015). Pengaruh lama retensi air terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada budidaya sistem akuaponik dengan tanaman kangkung. *Berita Biologi*, 14(3), 267 – 275.
- Simarmata, A.H, Adiwilaga, E.M., Lay, B.W., & Partono, T. (2008). Kajian keterkaitan antara cadangan oksigen dengan beban bahan organik di zona lakustrin dan transisi Waduk Ir. H. Djuanda. *J.Lit.Perikan.Ind*, 14 (1), 1-14. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.14.1.2008.1-14>
- Simarmata, A.H. (2007). Kajian keterkaitan antara kemantapan cadangan oksigen dengan beban masukan bahan organik di Waduk Ir. H. Djuanda Purwakarta, Jawa Barat. *Disertasi*. Sekolah Pasca Sarjana IPB, Bogor
- Sukadi, M.F. (2010). Ketahanan dalam air dan pelepasan nitrogen & fosfor ke air media dari berbagai pakan ikan air tawar. *J. Ris. Akuakultur*, 5 (1), 1-12.
- Sulawesty,F., Chrismadha, T., & Mulyana, E. (2014). Laju pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio* L) dengan pemberian pakan lemna (*Lemna perpusilla* Torr.) segar pada kolam sistem aliran tertutup. *LIMNOTEK*, 21 (2), 177 – 184.
- Tavares, L.H.S., Millan, R.N., Milstein, A. (2016). Limnology of an integrated cage-pond aquaculture farm. *Acta Limnologica Brasiliensia* 28. <http://dx.doi.org/10.1590/S2179-975X3014>
- Vita, R., Marín, A., Madrid, J.A., Jiménez-Brinquis, B., Cesar, A., & Marín-Guirao, L. (2004). Effects of wild fishes on waste exportation from a Mediterranean fish farm. *Mar Ecol. Prog. Ser*, 277, 253–261.
- Wang, X., Olsen, L.M., Reitan, K.I., & Olsen, Y. (2012). Discharge of nutrient wastes from salmon farms: environmental effects, and potential for integrated multi-trophic aquaculture. *Aquacult Environ Interact*, 2, 267–283.
- Zhang, S.Y., Li, G., Wu, H.B., Liu, X.G., Yao, Y.H., Tao, L., & Liu, H. (2011). An integrated recirculating aquaculture system (RAS) for land-based fish farming: The effects on water quality and fish production. *Aquacultural Engineering*, 45, 93– 102.