

**KEMAMPUAN GENTENG PLASTIK BERGELOMBANG
(CORRUGATED PLASTIC) SEBAGAI BIOFILTER PARTIKEL AMONIAK
DAN BAHAN ORGANIK DI MEDIA BUDIDAYA
DAN LIMBAH CAIR BUDIDAYA IKAN**
*(Performance of Corrugated Plastic as Biofilter of Ammonia Particle and
Organic Material in Cultivation Media and Fishery Cultivation Liquid Waste)*

Muslim

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Semarang

Diterima: 22 Mei 2010

Disetujui: 22 Juni 2010

Abstrak

Pertumbuhan budidaya ikan dalam beberapa dekade ini berkembang sangat pesat, hal ini karena permintaan akan ikan meningkat. Meningkatnya kegiatan budidaya ikan selalu diiringi dengan meningkatnya limbah yang dihasilkan. Hal ini akan sangat cepat berpengaruh bila sistem budidaya yang dipakai adalah semi intensif atau intensif. Limbah tersebut harus segera dihilangkan atau dikurangi, karena akan berdampak pada ikan yang dibudidaya dan lingkungan seperti sungai dan laut. Tujuan penelitian ini adalah ingin mengetahui kemampuan genteng plastik bergelombang mengurangi limbah yang dihasilkan budidaya ikan yaitu *Total Suspended Sediment* (TSS), *Suspended Sediment* (SS), amoniak dan bahan organik (COD). Dari hasil penelitian diperoleh bahwa air limbah budidaya ikan yang mengandung TSS, SS, amoniak dan bahan organik setelah dilewatkan dengan genteng plastik bergelombang konsentrasinya menurun dengan tingkat efisiensi pengurangan yang terjadi di dalam kolam ikan dan di luar kolam ikan adalah sebagai berikut: 74,51% dan 54,42% (TSS); 39,20% dan 49,12% (SS); 19,82% dan 14,2% (amoniak); dan 24,82% dan 22,47% (COD). Ternyata genteng plastik bergelombang mempunyai tingkat pengurangan ($\text{g}/\text{m}^3/\text{hr}$) dan tingkat pengurangan spesifik ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{hr}$) terhadap kandungan amoniak lebih efektif bila dibandingkan dengan material lain seperti *plastic rolls*, *scrub pads*, pipa PVC dan lain sebagainya.

Kata kunci: Genteng plastik bergelombang; efisiensi pengurangan; TSS; SS; amoniak; COD

Abstract

Aquaculture has been developing rapidly during the last few decades; it is due to the increase of fish demand. Increasing aquaculture activities especially with semi-intensive and intensive system have significant effect on waste production, which has to be removed or to be reduced quickly because will effect on fish in rearing tank and environment when through away to environment such as river and sea. The objectives of this study were to know the capability of corrugated plastic to remove or to reduce wastes content produced by aquaculture activities, i.e. Total Suspended Sediment (TSS), Suspended Sediment (SS), ammonia and organic matter (COD). The result of the study showed that corrugated plastic effectively reduced TSS, SS, ammonia and COD both within rearing tank and in the outside of rearing tank with removal efficiency: 74.51% and 54.42% (TSS); 39.20% and 49.12% (SS); 19.82% and 14.2% (ammonia); and 24.82% and 22.47% (COD). When corrugated plastic is compared with other materials such as plastic rolls, scrub pads, PVC pipes etc, it is shown that corrugated plastic performed significantly higher removal rate ($\text{g}/\text{m}^3/\text{d}$) and specific removal rate ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$) to ammonia.

Keywords: Corrugated plastic; removal efficiency; TSS; SS; ammonia; COD

PENDAHULUAN

Budidaya ikan sebagai salah satu sektor pemenuhan kebutuhan pangan dunia saat ini pertumbuhannya paling cepat bila dibandingkan dengan sektor yang lain. Ada beberapa faktor yang menyebabkan yaitu: a) permintaan ikan dan pemakan ikan yang meningkat, b) kontrol kualitas produksi yang konsisten dari industri pemasok, c) peningkatan pengetahuan tentang nutrisi, pengawasan penyakit, teknik pemeliharaan ikan dan studi genetik, populasi ikan dan d) penurunan produksi ikan dari alam (DFO, 2005). Pada tahun 2002, industri akuakultur telah mencapai 51,4 juta ton yang berasal dari *finfish*, *shellfish* dan tanaman air dengan total nilai US\$ 60 milyar (FAO, 2004).

Percepatan pertumbuhan industri akuakultur telah mempengaruhi meningkatnya penurunan lingkungan, karena proses produksi akuakultur diikuti juga produksi buangan limbah yang mengandung bahan organik dan nutrisi baik yang bersifat partikel maupun terlarut. Besarnya limbah tersebut sebanding dengan tingkat intensivitas operasi akuakultur (Muslim *et al.*, 2004). Limbah akuakultur di kolam ikan (*rearing tank*) yang dihasilkan oleh sistem akuakultur itu sendiri meliputi bahan organik, amoniak dan padatan, baik yang mengendap maupun yang tersuspensi yang berasal dari kotoran ikan, sisa pakan maupun peluruhan kulit ikan (*fish debris*) atau bangkai ikan. Limbah tersebut apabila tidak dipisahkan atau dikurangi akan menimbulkan gangguan pada ikan yang dipelihara. Bila dibuang langsung ke lingkungan seperti ke sungai atau laut dapat merusak lingkungan, karena akan menurunkan tingkat oksigen terlarut dan pendangkalan sedimen serta tingginya nutrisi yang akan menimbulkan produksi fitoplankton yang berlebihan (Lin *et al.*, 2003; Muslim dan Jones, 2003., Gennaro *et al.*, 2006; Crab, *et al.*, 2007). Jadi kegiatan akuakultur khususnya yang semi intensif atau intensif yang baik adalah kegiatan akuakultur yang mampu memisahkan atau mengurangi limbah yang dihasilkan dari kegiatan akuakultur

sendiri, baik yang ada di kolam ikan maupun di luar kolam ikan.

Beberapa teknologi yang telah digunakan untuk menangani limbah cair rumah tangga telah digunakan untuk memperbaiki buangan akuakultur dengan tingkat kesuksesan yang beraneka macam (Vigneswaran *et al.*, 1999; Davidson dan Summerfelt, 2005; Ebeling *et al.*, 2005). Teknologi tersebut meliputi: penyaringan, pemutaran dan pengendapan, penggumpalan, pertukaran ion karbon aktif dan *biofilter*. Oleh karena besarnya volume buangan (*flow rate*) dan rendahnya konsentrasi nutrisi yang berasosiasi dengan kegiatan akuakultur, maka pengontrolan tingkat pencemaran mengakibatkan tingginya biaya operasi dan produksi, berkurangnya produksi endapan lumpur, tingginya kebutuhan energi dan frekuensi pemeliharaan alat (Redding *et al.*, 1997; Adler *et al.*, 2000; Lin *et al.*, 2003). Kemampuan memanfaatkan buangan limbah akuakultur yang telah diperlakukan akan menambah hasil produksi walaupun juga menambah biaya pengelolaan limbah (Snow *et al.*, 2008).

Tujuan utama studi ini adalah untuk mengetahui kemampuan bahan genteng plastik bergelombang (*corrugated plastic*) dalam mengurangi limbah budidaya ikan yang berupa *Total Suspended Sediment* (TSS), *Suspended Sediment* (SS), amoniak dan bahan organik serta membandingkan dengan bahan lain untuk memisahkan atau merubah racun amoniak menjadi unsur lain (nitrat) yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan tanaman melalui proses nitrifikasi.

MATERI DAN METODA

Materi penelitian yang dipakai dalam penelitian ini adalah merupakan *review* dari penelitian sebelumnya yang dilakukan di Cungli-Sangju Korea Selatan pada tahun 2003 (Muslim *et al.*, 2005^{a,b}) yaitu sistem *biofilter* yang dipakai di dalam budidaya ikan dan di sistem *biofilter* di luar kolam ikan untuk penanganan limbah buangan sebelum dibuang ke lingkungan di *semi-*

recirculating budidaya ikan di *rainbow trout farm*. Limbah buangan budidaya ikan yang dialirkan ke *biofilter* adalah limbah yang telah diperlakukan secara putaran (*circular*) untuk mengendapkan partikel yang berukuran besar. Kedua bangunan *biofilter* tersebut dibentuk dari genteng plastik bergelombang (*corrugated plastic*). Ukuran tiap lembar *corrugated plastic* adalah 60 x 120 cm dengan tinggi gelombang 1 cm, bahan ini disusun secara berdiri dan posisi gelombangnya diselang-seling setiap dua lembar. Seluruh *corrugated plastic* yang telah disusun dalam kolam *biofilter* dialiri air yang akan disaring secara terendam penuh. Setelah beberapa hari permukaan plastik akan ditumbuhi bakteri nitrifikasi atau kalau diraba terasa licin, karena terbentuknya *biofilm*.

Pengambilan sampel air untuk analisa *suspended sediment* (SS) dan *Total Suspended Sediment* (TSS) dilakukan dengan menggunakan ember plastik kapasitas 15 liter. Saat sampel air ada di ember plastik secepatnya diaduk sehingga homogen dan setelah itu dibiarkan selama 5 menit untuk mengendapkan partikel besar yang mudah mengendap. Sedimen yang tidak mengendap dikumpulkan dengan cara disedot dengan pipa plastik yang kemudian akan dipakai sebagai kandungan variabel SS. Adapun sisanya dipakai untuk mengukur bagian TSS. Konsentrasi TSS dan SS sebelum dan sesudah *biofilter* diukur dengan menyaring air dengan kertas saring GF/C Whatman yang telah diketahui berat keringnya. Kertas saring tersebut segera disimpan di *aluminium foil* yang diberi label (lokasi dan waktu) dan kemudian disimpan dalam *refrigerator*. Di laboratorium kertas saring tersebut dikeringkan di dalam oven pada temperatur 105 °C selama kurang lebih 2 jam. Penghitungan kandungan TSS didasarkan pada metode yang telah dilakukan oleh Rushton *et al* (1996). *Total Ammonia Nitrogen* (TAN) dianalisis menggunakan *ammonia electrode* (Orion-Model 720A) di mana 50 mL sampel air dimasukkan di dalam 100 mL *Beaker glass* ditambah dengan 1 mL larutan 5M NaOH dan kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer*.

Selama analisa TAN, temperatur diatur sekitar 20-25 °C, dan *Beaker glass* ditutup dengan *aluminium foil* untuk mencegah kontaminasi amoniak dari atmosfer. *Chemical Oxygen Demand* (COD) diukur berdasarkan metode standar (APHA, 1995) dengan proses *reflux* terbuka yaitu dengan oksidasi bahan organik dengan *reflux potassium dichromat* dan asam sulfat pekat. Analisis larutan NO₃-N dan PO₄-P dilakukan dengan *Ion Chromatograph* (Dionex DX-120, USA), di mana sampel air diinjeksikan melalui *membrane filter* PTFE (Advantec MFS, Inc-USA) dengan ukuran pori 0,2 mikron. Analisis NO₂-N diukur dengan menggunakan *spectrophotometer* (OPRON-300 Hanson Tech., Korea) berdasarkan metode standar (APHA, 1995).

Metode pengolahan data dilakukan dengan menggunakan hasil penelitian yang dihasilkan penelitian yaitu hasil yang telah diseminarkan oleh Muslim *et al* (2005^{a,b}) di World Aquaculture Society dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan *material biofilter* yang berbeda. Kemampuan *biofilter* yang diukur adalah tingkat efisiensinya dalam mengurangi kandungan racun bahan organik (COD), TSS, SS dan amoniak.

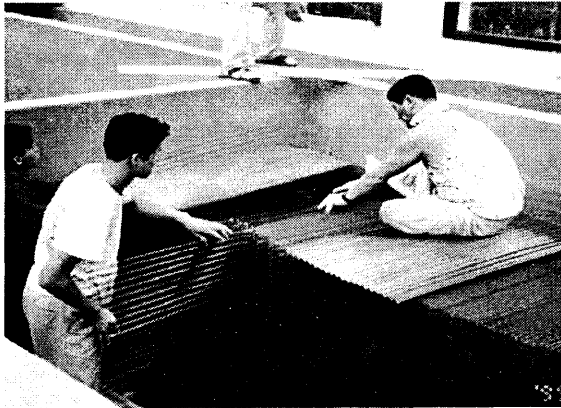
HASIL

Biofilter Corrugated Plastic.

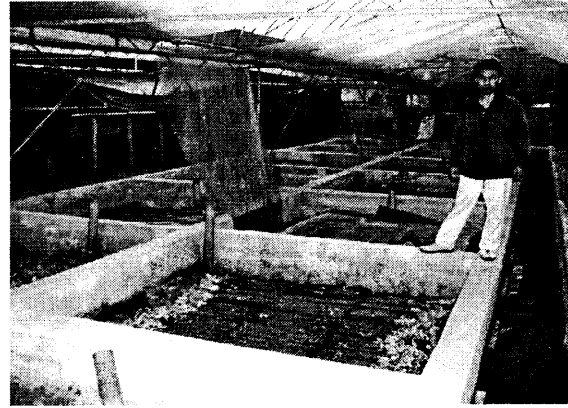
Keadaan *biofilter corrugated plastic* pada saat ditata, dioperasikan dan diperbaiki dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2 di bawah ini.

Pengurangan Suspended Sediment dan Total Suspended Sediment.

Suspended sediment yang terukur sebelum dan sesudah *biofilter corrugated plastic* bervariasi yaitu antara 0,40 – 1,90 mg/L dan 0,1 – 1,27 mg/L tergantung pada beberapa faktor. Salah satu di antaranya adalah tingkat pemberian pakan. Kemampuan *corrugated plastic* untuk mengurangi SS dan TSS cukup efektif dengan efisiensi pengurangan TSS sebesar 74,51% dan untuk SS sebesar 39,20%. (Tabel 1).



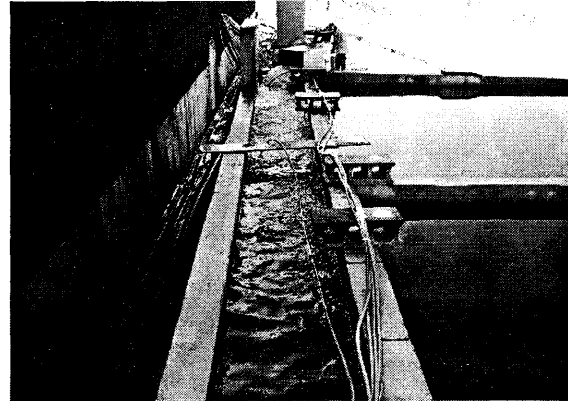
Gambar 1a. Pemasangan *corrugated plastic* di kolam *biofilter* Cungli-Sangju Korea selatan pada tahun 2003



Gambar 1b. Perbaikan *corrugated plastic* di kolam *biofilter* di *fish farm* Pukyong National University, Busan Korea selatan pada tahun 2004



Gambar 2a. Operasi *biofilter* di kolam pemeliharaan ikan (*rearing tank*) di Cungli-Sangju Korea selatan pada tahun 2003



Gambar 2b. Operasi *biofilter* di luar kolam ikan di Cungli-Sangju Korea selatan pada tahun 2003 sebelum air dibuang ke lingkungan.

Konsentrasi Amoniak dan Bahan Organik

Terjadi penurunan konsentrasi *Total Ammonia Nitrogen* (TAN) terlarut, baik pada media budidaya ikan maupun di limbah buangan budidaya ikan setelah disaring dengan *corrugated plastic*. Hal ini karena amoniak yang ada dirubah menjadi nitrit,

kemudian diubah menjadi nitrat oleh bakteri yang tumbuh di permukaan *corrugated plastic*. Tingkat efisiensi penurunan TAN pada kedua *corrugated plastic* filter adalah 19,82% dan 14,2%. Efisiensi penurunan COD adalah 24,82% dan 22,47% (Tabel 3 dan 4)

Tabel 1. Konsentrasi rata-rata SS dan TSS sebelum dan sesudah biofilter *corrugated plastic* dan tingkat efisiensi pengurangannya di dalam kolam ikan

Variabel	Unit	Sebelum Biofilter	Setelah Biofilter
Rata-rata TSS	(mg/L) ± SD	3,64 ± 0,645	0,928 ± 0,188
Rata-rata SS	(mg/L) ± SD	1,53 ± 0,13	0,928 ± 0,188
Efisiensi pengurangan TSS	(%)		74,51
Efisiensi pengurangan SS	(%)		39,20
Tingkat pengurangan TSS	(kg/hari)		32,50
Tingkat pengurangan SS	(kg/hari)		7,20

Kemampuan *corrugated plastic* dalam menyaring partikel yang terkandung di limbah buangan budidaya ikan sangat efektif, di mana efisiensi pengurangan TSS-nya sebesar 28,35 – 54,42% dan untuk SS sebesar 24,81 – 49,12% (Tabel 2).

Tabel 2. Konsentrasi rata-rata SS dan TSS sebelum dan sesudah biofilter *corrugated plastic* dan tingkat efisiensi pengurangannya di luar kolam ikan.

Variabel	Unit	Sebelum Biofilter	Setelah Biofilter
Rata-rata TSS	(mg/L) ± SD	1,51 ± 0,54	0,69 ± 0,28
Rata-rata SS	(mg/L) ± SD	1,27 ± 0,49	0,64 ± 0,31
Efisiensi pengurangan TSS	(%)		54,42
Efisiensi pengurangan SS	(%)		49,12
Tingkat pengurangan TSS	(kg/hari)		1,23
Tingkat pengurangan SS	(kg/hari)		0,93

Tabel 3. Konsentrasi rata-rata TAN dan COD sebelum dan sesudah biofilter *corrugated plastic* dan tingkat efisiensi pengurangannya di dalam kolam ikan.

Variabel	Unit	Sebelum Biofilter	Setelah Biofilter
Rata-rata TAN	(mg/L) ± SD	1,94 ± 0,49	1,66 ± 0,37
Rata-rata COD	(mg/L) ± SD	8,42 ± 1,40	6,33 ± 1,34
Efisiensi pengurangan TAN	(%)		19,82
Efisiensi pengurangan COD	(%)		24,82
Tingkat pengurangan TAN	(kg/hari)		2,55
Tingkat pengurangan COD	(kg/hari)		1,04
Tingkat pengurangan TAN	(g/m ² /hari)		0,056
Tingkat pengurangan TAN	(g/m ³ /hari)		13,4
Tingkat pengurangan COD	(g/m ² /hari)		0,56
Tingkat pengurangan COD	(g/m ³ /hari)		132,2

Tabel 4. Konsentrasi rata-rata TAN dan COD sebelum dan sesudah biofilter *corrugated plastic* dan tingkat efisiensi pengurangannya di luar kolam ikan.

Variabel	Unit	Sebelum Biofilter	Setelah Biofilter
Rata-rata TAN	(mg/L) ± SD	1,07 ± 0,188	0,86 ± 0,17
Rata-rata COD	(mg/L) ± SD	17,05 ± 1,64	13,22 ± 2,46
Efisiensi pengurangan TAN	(%)		14,2
Efisiensi pengurangan COD	(%)		22,47
Tingkat pengurangan COD	(g/m ² /hari)		231,77
Tingkat pengurangan COD	(mg/L)		3,83

Konsentrasi Nitrit, Nitrat dan Fosfat Terlarut

Konsentrasi nitrit dan nitrat yang terkandung di air merupakan hasil proses nitrifikasi, di mana konsentrasi nitrat terlarutnya selalu meningkat setelah melewati *corrugated plastic*. Hal ini menandakan bahwa proses nitrifikasi berjalan baik (Gerardi, 2002). Jadi *corrugated plastic* tidak mampu mengurangnya, demikian pada kandungan fosfat terlarut. Kelebihan nitrat terlarut ini sangat baik bila dimanfaatkan untuk menumbuhkan tanaman seperti gandum (*wheat, barley, oats*) (Snow *et al.*, 2008) dan kangkung yang telah dicobakan di *vinyl house fish farm*.

PEMBAHASAN

Dari Tabel 1 dan 2 terlihat bahwa *corrugated plastic* sangat efektif untuk mengurangi kandungan partikel yang ada di air baik yang sulit terendapkan (tersuspensi) maupun *total suspended sediment* (TSS) yang merupakan jumlah yang mudah terendap (*settle*) dan yang sulit terendapkan (SS). Tingkat efisiensinya dalam mengurangi TSS dan SS antara *corrugated plastic* yang dipasang di *biofilter* di dalam kolam ikan dan di luar kolam ikan juga menunjukkan perbedaan. Efisiensi pengurangan TSS di dalam kolam ikan lebih besar dari yang ada di luar kolam ikan yaitu 74,51% dan 54,42%. Hal ini mungkin karena besarnya konsentrasi TSS yang terkandung di air kolam ikan sebelum masuk ke *biofilter* (3,64 mg/L) lebih besar dari TSS yang terkandung di air di luar kolam ikan (1,51 mg/L).

Berdasarkan teori pengendapan dikatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi sedimentasi adalah proses gravitasi, makin berat material yang diendapkan, maka makin cepat proses pengendapannya (Rushton *et al.*, 1996). Jadi makin berat TSS yang dilewatkan ke *corrugated plastic*, maka makin besar pula TSS yang diendapkan atau yang terkurangkan setelah melewati *corrugated plastic*. Sifat yang demikian ternyata tidak berlaku untuk pengurangan SS, di mana kadar SS yang tinggi tidak diikuti efisiensi pengurangan SS

yang tinggi. Dalam Tabel 1 dan 2 terlihat bahwa konsentrasi SS sebelum dilewatkan *corrugated plastic* adalah 1,53 mg/L, nilai efisiensi pengurangannya 39,20% (Tabel 1); sedangkan saat konsentrasi SS sebelum masuk *corrugated plastic* 1,27 mg/L dan nilai efisiensi pengurangan SS-nya 49,12%. Rendahnya nilai efisiensi pengurangan SS saat konsentrasi SS sebelum dilewatkan *corrugated plastic* tinggi karena kandungan SS masih banyak yang belum terendapkan, serta ada kemungkinan material yang sebetulnya mudah mengendap justru menjadi tersuspensi karena terkena benturan. Menurut Muslim dan Jones (2003) terbentuknya *suspended sediment* di perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor dan salah satunya adalah karena terlepasnya butiran ketika dasar sedimen teraduk. Jadi pengurangan SS lebih rendah bila dibandingkan dengan pengurangan TSS, karena kandungan SS yang dilewatkan pada *biofilter* di samping tidak mudah mengendap dibandingkan dengan TSS juga karena TSS yang telah dilewatkan *biofilter* justru ada yang hancur sehingga menambah jumlah SS setelah melewati *biofilter*. Di samping pengaruh pengadukan dapat juga pengaruh degradasi secara biologi, seperti penguraian limbah oleh bakteri (Warrent-Hansen, 1982; Wong dan Piedrahita, 2000).

Lebih tingginya konsentrasi TAN di kolam air (1,94 mg/L) dibandingkan yang di luar kolam air (1,07 mg/L) mengakibatkan lebih tingginya efisiensi pengurangan amoniak di kolam air (19,82%) dari pada yang terjadi di luar kolam ikan (14,2%; Tabel 3 dan 4). Pengurangan amoniak (TAN) dan meningkatnya konsentrasi nitrat setelah air dilewatkan *corrugated plastic* secara tidak langsung menunjukkan proses nitrifikasi di *corrugated plastic* (Gerardi, 2002). Proses nitrifikasi sangat dipengaruhi oleh pH, temperatur dan konsentrasi amoniak (Groeneweg *et al.*, 1994).

Kemampuan pengurangan TAN diikuti juga dengan kemampuan pengurangan COD, makin tinggi kandungan TSS dan amoniak di perairan, maka makin tinggi pula kandungan COD dan efisiensi pengurangan CODnya juga meningkat. Guelli *et al* (2000) telah

mendapatkan bahwa COD lebih berhubungan dengan kandungan partikel daripada dengan koloid dan larutan.

Dari uraian tersebut di atas, maka dapat dikatakan bahwa *corrugated plastic* sangat efektif dalam mengurangi kandungan TSS, SS, amoniak dan bahan organik (COD). Tabel 5 memperlihatkan kemampuan bahan *corrugated plastic* dibanding dengan bahan lain dalam mengurangi kandungan amoniak sebagai zat yang meracuni ikan.

Tabel 5. Kemampuan beberapa bahan yang berbeda dalam mengurangi amoniak dalam biofilter yang terendam air

Bahan	Tingkat pengurangan (g/m ³ /hr)	Efisiensi pengurangan (%)	Tingkat pengurangan spesifik (mg/m ² /hr)	Pustaka
<i>Plastic rolls</i>	3.46	39.37	43	Al-Hafeth <i>et al.</i> ,2003
<i>Scrub pads</i>	2.95	25.04	37	Al-Hafeth <i>et al.</i> ,2003
<i>PVC pipes</i>	3.20	27.16	40	Al-Hafeth <i>et al.</i> ,2003
<i>Polypropylene</i>	9.30			Ridha and Cruz.,2001
<i>Polyethylene</i>	8.90			Ridha and Cruz.,2001
<i>Corrugated</i>	6.10			Suresh and Lin.,1992
<i>Embossed plastic plate</i>	7.79			Kim <i>et al.</i> ,1987
<i>Gravel</i>	7.05			Kim <i>et al.</i> ,1987
<i>Corrugated skylight</i>	7.83			Kim <i>et al.</i> ,1987
<i>Pile cloth</i>	8.38			Kim <i>et al.</i> ,1987
<i>Corrugated</i>	13.4	19.82	56	Muslim <i>et al.</i> , 2005 ^{ab}

Dari Tabel 5 tersebut di atas terlihat bahwa tingkat pengurangan (g/m³/hari) dan tingkat pengurangan spesifik (mg/m²/hari) bahan *corrugated plastic* terhadap konsentrasi racun amoniak jauh lebih baik dari material yang lain. Hal ini karena bentuk yang bergelombang dan tipis dari *corrugated plastic* akan memperluas permukaan, sehingga tempat pertumbuhan

bakteri nitrifikasi lebih luas. Menurut Wheaton *et al.*, 1994) bakteri nitrifikasi (*Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*) akan tumbuh dengan baik pada tempat yang cukup oksigen terlarut. Padahal, dalam sistem ini, kandungan oksigen terlarut tercukupi karena airnya mengalir, sehingga untuk mempercepat pertumbuhan bakteri tersebut diperlukan media yang luas dan bentuk *corrugated plastic* sangat tepat bila dibandingkan dengan bentuk yang lain. Lembaran genteng plastik bergelombang di samping mempunyai kelebihan seperti yang telah diterangkan di atas, juga mempunyai kelebihan yang lain, yaitu harga relatif murah, mudah didapat, konstruksinya mudah dan mudah pemeliharaannya.

KESIMPULAN

Lembaran genteng plastik bergelombang sangat tepat dipakai sebagai biofilter yang dapat mengurangi kandungan TSS, SS, amoniak dan bahan organik (COD) di media budidaya ikan maupun limbah cair budidaya ikan sebelum dialirkan ke lingkungan. Bentuknya yang bergelombang dan tipis memudahkan pertumbuhan bakteri nitrifikasi yang berfungsi dalam menurunkan amoniak, mengendapkan TSS dan SS serta menurunkan COD.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan dan ucapan terima kasih disampaikan kepada semua anggota Laboratorium Aquaculture Engineering Pukyong National University, Pusan, Korea yang telah membantu penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada reviewer yang telah banyak memberikan komentar dan saran perbaikan tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adler, P.R., Harper, J.K., Takeda, F., Wade, E.M. and Summerfelt, S.T. 2000. Economic evaluation of hydroponics and other treatment options for phosphorus removal in aquaculture effluent. *HortScience*, 35, 993-999.

- Al-Hafeth, Y.S., Alam, A. and Alam M.A. 2003. Performance of plastic biofilter media with different configuration in a water recirculation system for the culture of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquacultural Eng.* 29, 139-154.
- APHA., 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA, AWWA, WEF, 19th Edition.
- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P and Verstraete, W. 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture*, 270, 1-14.
- Davidson, J. and Summerfelt, S.T. 2005. Solid removal from a coldwater recirculating system comparison of a swirl separator and a radial-flow settler. *Aquacultural Eng.*, 33, 47-61.
- DFO, 2005. Fisheries and aquaculture management, Department of Fisheries and Oceans. Ottawa, Ontario. [online] Available: http://www.dfompo.gc.ca/aquaculture/aquaculture_e.htm [29 June 2005].
- Ebeling, J.M., Rishel, K.L and Sibrell, P.L. 2005. Screening and evaluation of polymers as flocculation aids for the treatment of aquacultural effluents. *Aquacultural Eng.*, 33, 235-249.
- FAO, 2004. The State of World Fisheries and Aquaculture 2004, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.[online] Available: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5600e/y5600e01.pdf> [6 July 2005].
- Gennaro, P., Guidotti, M., Funari, E., Porrello, S and Lenzi, M. 2006. Reduction of land based fish farming impact by phytotreatment pond system in a marginal lagoon area. *Aquaculture*, 256, 246-254.
- Gerardi, M.H. 2002. Nitrification and denitrification in the activated sludge process. Wiley Interscience, A John Wiley & Sons, Inc., Publication, 193 pp.
- Groeneweg, J., Sellner, B. and Tappe, W. 1994. Ammonia oxidation in *Nitrosomonas* at NH_3 concentrations near K_m : effects of pH and temperature. *Water Research*. 28, 2561-2566
- Guellil, A., Thomas, F., Block, J.C., Bersillon, J.L. and Ginestet, P. 2000. Transfer of organic matter between wastewater and activated sludge flocks. *Water Research*, 35(1), 143-150.
- Kim, I.B., Kim, P.K and Chee, Y.O. 1987. The ammonia removal capacity of a few kinds of filter in a water reuse aquaculture system. *Bull. Korean Fish. Soc.* 20, 561-568.
- Lin, Y.F., Jing S.R and Lee, D.Y. 2003. The potential use of constructed wetlands in a recirculating aquaculture system for shrimp culture. *Environ. Pollut.*, 123, 107-113.
- Muslim, Ir, and Jones, G.B. 2003. The seasonal variation of dissolved nutrients, chlorophyll a and suspended sediments at Nelly Bay, Magnetic Island. *Estuarine, and Coastal Shelf Science*, 57, 445-455
- Muslim., Kim, I.B., Lee, J.H and Jo, J.Y. 2004. Effects of feeding regimes on an ammonia excretion and feces production of fingerling rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. 7th Asian Fisheries Forum, Penang, Malaysia.
- Muslim., Jo, J.Y and Kim, I.B. 2005^a. Nitrification and other water purification efficiencies of IBK system biofilter in a semi-recirculation rainbow trout farm. World Aquaculture Society, Bali-Indonesia.
- Muslim., Jo, J.Y., Kim, I.B and Suh, K.H. 2005^b. Comparisons of a circular and conical-bottom sedimentation tank and a biofilter of IBK system on the efficiencies of solid wastes removal from effluent water of semi-recirculating rainbow trout farm. World Aquaculture Society, Bali-Indonesia.
- Redding, T., Todd, S and Midlen, A. 1997. The treatment of aquaculture wastewaters-a

- botanical approach. *J. Environ. Manage.*, 50, 283-299.
- Ridha, M.T. and Cruz, E.M. 2001. Effect of biofilter media on water quality and biological performance of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. reared in a simple recirculating system. *Aquacultural Eng.* 24, 157-166.
- Rushton, A., Ward, A.S. and Holdich, R.G. 1996. Solid-liquid filtration and separation technology, VCH Publishers Inc., New York, USA. 538 pp.
- Snow, A.M., Ghaly, A.E and Snow, A. 2008. A comparative assessment of hydroponically grown cereal crops for the purification of aquaculture wastewater and the production of fish feed. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 3 (1): 364-378, 2008
- Suresh, A.V. and Lin, C.K. 1992. Effect of stocking density on water quality and production of red tilapia in recirculated water system. *Aquacultural Eng.* 11(1), 1-22.
- Vigneswaran, S., Ngo, H.H and Wee, K.L. 1999. Effluent recycle and waste minimization in prawn farm effluent. *J. Cleaner Prod.*, 7, 121-126.
- Warren-Hansen, I. 1982. Methods of treatment of waste water from trout farming. In: Alabaster, J.S (Eds.), EIFAC Technical Paper No.41. Report of the EIFAC Workshop on Fish-Farm Effluents, Silkeborg, Denmark, 26-28 May, 1981. FAO, Rome, 113-121.
- Wheaton, F.W., Hochheimer, J.N., Kaiser, G.E., Malano, R.F., Krones, M.J., Libey, G.S. and Easter, C.C. 1994. Nitrification filter design methods. In: Timmons, M.B. and Losordo, T.M., (Eds.), *Aquaculture water reuse systems: Engineering design and management*. Elsevier, New York. 127-171.
- Wong, K.B. and Piedrahita, R.H. 2000. Settling velocity characterization of aquacultural solids. *Aquacultural. Eng.* 21, 233-246.