
PENGURANGAN RACUN AMONIA, BAHAN ORGANIK DAN PADATAN TERSUSPENSIDI MEDIA BUDIDAYA UDANG GALAH DENGAN BIOFILTER DARI BAHAN GENTENG PLASTIK BERGELOMBANG

Muslim

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Semarang
Email: aqua_muslim@yahoo.com

Abstract

Fish culture and shrimp culture has been developing rapidly during the last few decades, it is due to the increase of fish and shrimps 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 objective of this study was to know the capability of corrugated plastic to remove or to reduce ammonia, organic matter and Suspended Solids (SS). The result of the study showed that the concentration of ammonia, organic matter and SS in waste water reduced after were passed to corrugated plastic tank. Reducing of ammonia, organic matter and SS that occurred in shrimps rearing tank for culturing shrimp with treatment different protein concentration contain in meal fish were 32% and 28% with removal efficiency for ammonia were 10.95% and 14.37%; organic matter 49.02% and 19.94%; SS were 35.46% and 22.22%. This treatment can minimize increasing rate of ammonia, organic matter and SS, thus this treatment can maintain water quality in rearing tank. So, it can be concluded that corrugated plastic had capability to reduce or remove of ammonia, organic matter and SS.

Keywords: Corrugated plastic; removal efficiency, ammonia; organic matter, suspended solids

1. Pendahuluan

Budidaya udang galah (*Macrobracium rosenbergii*) yang sering disebut *Giant Freshwater Prawn* adalah jenis udang yang tumbuh baik di air tawar dan memijah di air payau. Udang tersebut sangat disukai baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Saat ini pertumbuhan budidaya ikan dan udang sangat cepat bila dibandingkan dengan sektor lain untuk pemenuhan kebutuhan pangan dunia. Penyebabnya ada beberapa faktor yaitu: a) permintaan ikan yang meningkat, b) kontrol kualitas produksi yang konsisten dari industri pemasok, c) peningkatan pengetahuan tentang nutrisi, pengawasan penyakit, teknik pemeliharaan ikan, studi genetik dan populasi ikan dan d) penurunan produksi ikan dari alam. 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. Diperkirakan 50% kebutuhan ikan dunia nantinya akan disuplai dari hasil budidaya (FAO,

2007). Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan budidaya ikan di dunia tiap tahunnya mencapai 10% (Karthik *et al.*, 2005).

Percepatan pertumbuhan industri budidaya (akuakultur) telah mempengaruhi penurunan kualitas lingkungan, karena proses produksi akuakultur selalu diikuti oleh buangan limbah yang mengandung bahan organik dan nutrisi baik yang bersifat partikel maupun terlarut (Viadero dan Noblett, 2002). Volume limbah yang dihasilkan sebanding dengan tingkat intensitas operasi akuakultur (Muslim *et al.*, 2004^a). Limbah akuakultur di kolam ikan (*rearing tank*) yang dihasilkan oleh sistem akuakultur itu sendiri meliputi amonia, bahan organik, dan padatan. Limbah tersebut apabila tidak dipisahkan atau dikurangi akan menimbulkan gangguan pada ikan yang dipelihara di *rearing tank*. Bila limbah tersebut dibuang langsung ke lingkungan seperti ke sungai atau ke laut dapat merusak lingkungan (Bergheim dan Brinker, 2003). Menurunnya kualitas/degradasi

oksigen terlarut disebabkan oleh pendangkalan akibat dari sedimen dan tingginya nutrisi dalam limbah tersebut, selanjutnya 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 itu sendiri, baik yang ada di kolam ikan maupun yang dibuang ke lingkungan (Muslim, 2010).

Beberapa teknologi yang telah digunakan untuk menangani limbah cair rumah tangga telah digunakan untuk memperbaiki buangan akuakultur dengan tingkat keberhasilan yang beragam (Bergheim dan Brinker, 2003; Davidson dan Summerfelt, 2005; Ebeling *et al.*, 2005). Teknologi tersebut meliputi: penyarangan, pemutaran dan pengendapan, penggumpalan, pertukaran ion karbon aktif dan *biofilter*.

Pemisahan limbah padat dan merubah amonia menjadi nitrat dalam kegiatan budidaya akan meningkatkan biaya operasi dan produksi, karena akan meningkatkan kebutuhan energi dan frekuensi pemeliharaan alat (Adler *et al.*, 2000., Lin *et al.*, 2003). Akan tetapi apabila petani mampu memanfaatkan limbah padat tersebut dan air yang mengandung nutrisi nitrat akan menambah hasil produksi (Eagle *et al.*, 2005; Snow *et al.*, 2008). Buangan tersebut dapat dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian. Bahkan Qin *et al.*, (2005) dan Colt (2006) mengatakan untuk membangun industri budidaya ikan yang menguntungkan, harus dilengkapi *reuse system* sebagai sistem pengurangan limbah.

Genteng plastik bergelombang mempunyai luas permukaan yang lebih luas pada tiap lembarnya bila dibandingkan dengan yang merata dan materialnya sangat tipis sehingga mampu ditempatkan dalam jumlah yang banyak dalam tempat yang tidak besar. Karena bentuknya bergelombang dan penataan posisinya yang selang seling, maka ke dua permukaannya dapat dialiri air serta dapat menurunkan kecepatan air yang melewatinya sehingga padatan tersuspensi yang membentur permukaan genteng dapat diendapkan. Bahan plastik sangat cepat ditumbuhi biofilm yang licin di permukaannya apabila dialiri air secara terus menerus. Biofilm inilah yang menstimulasi tumbuhnya bakteri

nitifikasi bila kondisi lingkungannya seperti pH, temperatur, oksigen terlarutnya terpenuhi. Biofilm yang menempel pada media dalam kondisi *aerobic* akan melakukan *chemo-autotrophic oxidation* terhadap racun amonia nitrogen diubah menjadi nitrit kemudian nitrat (Ebeling *et al.*, 2006). Sehingga genteng plastik bergelombang mempunyai kemampuan menurunkan kandungan amonia, bahan organik dan padatan tersuspensi yang terkandung dalam di air. Penurunan amonia lebih efektif bila dibandingkan dengan material lain seperti *plastic rolls*, *scrub pads*, pipa PVC dan lain sebagainya (Muslim, 2010).

Budidaya ikan dan udang di Indonesia diharapkan meningkatkan usaha budidaya yang menguntungkan dan ramah lingkungan. Budidaya ikan yang sudah berhasil dalam produksi, akan menurunkan kualitas lingkungan sebagai akibat tingginya pencemaran. Akibatnya kegiatan budidaya akan berhenti, karena ikan atau udang yang dibudidayakan tidak dapat hidup dengan baik, karena banyaknya penyakit yang disebabkan oleh bakteri dan virus (Garno, 2004). Permasalahan tersebut harus diatasi dengan mencari sistem budidaya yang dapat mempertahankan kualitas air, baik pada media budidayanya (*rearing tank*) maupun lingkungan sekitarnya. *Recirculating Aquaculture System* (RAS) adalah suatu sistem budidaya ikan yang mampu mempertahankan keberlangsungan budidaya ikan dengan produksi tetap tinggi, karena sistem ini juga mampu mempertahankan kualitas lingkungan walaupun sistem budidaya dilakukan secara intensif (Timmons *et al.*, 2002; Summerfelt *et al.*, 2004). Hal ini karena sistem ini mampu mengoksidasi kelebihan racun amonia dari hasil ekskresi menjadi nitrat serta mengendapkan padatan tersuspensi yang banyak mengandung bahan organik dalam tempat biofilter (Muslim *et al.*, 2005). Sistem inilah yang akan berperan penting pada budidaya ikan di masa yang akan datang (Badiola *et al.*, 2012).

Tujuan utama studi ini adalah untuk mengetahui efektifitas bahan genteng plastik bergelombang (*corrugated plastic*) yang dipakai sebagai media biofilter dalam sistem budidaya udang galah dengan model *double drain* guna mengurangi limbah budidaya ikan yang berupa amonia, bahan organik dan *Suspended Solid* (SS), serta meningkatnya pertumbuhan udang dalam sistem tersebut.

2. Metode Penelitian

Materi penelitian yang dipakai dalam penelitian ini adalah tokolan udang galah (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) yang dipakai sebagai bahan uji (Gambar 1), dan *rearing tank* dengan design *double drain* yang mampu memisahkan atau mengurangi limbah padat yang terendap. Sedangkan padatan yang tersuspensi dan terlarut diharapkan akan diendapkan pada kolam biofilter genteng plastik bergelombang (Gambar 2, 3 dan 4). Biofilter tersebut juga berfungsi sebagai media proses nitrifikasi. Penelitian ini masih bersifat laboratoris, di mana ukurannya masih dalam skala kecil baik *rearing tank*nya (perbandingan tinggi: lebar: panjang 60:50:60 cm) maupun media biofilternya dengan total luas permukaan 480 m². Ukuran tiap lembar *corrugated plastic* adalah 40 x 50 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 terendam penuh. Setelah beberapa hari permukaan plastik akan ditumbuhi bakteri nitrifikasi atau kalau diraba terasa licin, karena terbentuknya biofilm.

Pengukuran parameter kualitas air yang meliputi temperatur, oksigen terlarut, pH, amonia terlarut, padatan tersuspensi (SS), nitrit, nitrat dan bahan organik dilakukan setelah sistem budidaya dioperasikan selama satu bulan. Pengukuran parameter tersebut diukur selama 24 jam dengan selang waktu 6 jam untuk parameter temperatur, oksigen terlarut (DO) dan pH. Sedangkan parameter amonia, nitrit, nitrat, bahan organik dan padatan tersuspensi diukur dengan selang waktu 2 jam.

Pengambilan sampel air untuk analisa padatan tersuspensi (SS) dilakukan dengan menggunakan

botol plastik volume 500 mL. Konsentrasi 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. Konsentrasi amonia dianalisa dengan menggunakan metode Nessler, sedangkan *Total Ammonia Nitrogen* (TAN) dihitung menurut formula (Leung *et al.*, 1999) sebagai berikut:

$$\text{TAN (mg N kg}^{-1}\text{h}^{-1}) = \{(C_0 - C_1)(dv/dt)_1 - (C_c - C_1)(dv/dt)_2\} / W$$

C_1 adalah konsentrasi amonia di inflow (ppm)

C_0 adalah konsentrasi amonia di outflow kolam percobaan.

C_c adalah konsentrasi amonia di outflow kontrol kolam percobaan (tanpa udang)

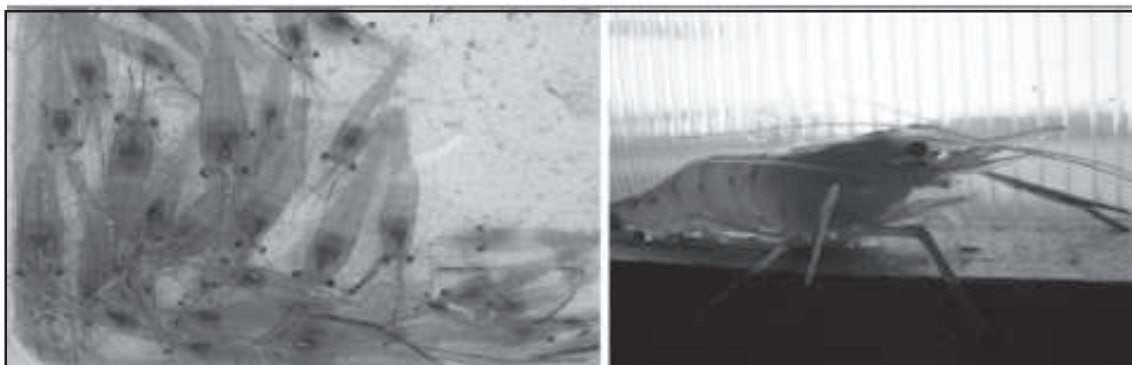
$(dv/dt)_1$ adalah flow rate (l h⁻¹) pada kolam percobaan.

$(dv/dt)_2$ adalah flow rate dari control kolam percobaan (tanpa udang).

W adalah berat (kg) udang.

Bahan organik diukur berdasarkan metode permanganometri, di mana jumlah miligram kalium permanganate yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik dalam 1 liter air. Konsentrasi nitrat dianalisa dengan metode kolorimetri dengan Brusin, sedangkan nitrit dianalisa dengan menggunakan metode kolorimetri dengan asam sulfanilat yang diazotasikan dengan N-(1-Naftil) etilendiamina dihidroklorida.

Sebelum melakukan pengukuran parameter-



Gambar 1. Tokolan udang galah yang digunakan dalam penelitian.

parameter tersebut di atas, tiap minggunya dilakukan pengukuran pertumbuhan tokolan udang yang diberi pakan sebanyak 3% dari berat badan udang selama 3 minggu.

Metode pengolahan data dilakukan dengan mencari tingkat efisiensi biofilter genteng plastik bergelombang yaitu dengan membandingkan konsentrasi amonia, nitrit, nitrat, bahan organik dan padatan tersuspensi sebelum dan sesudah dilewatkan biofilter pada luasan permukaan biofilter.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian

3.1.1. Rearing tank dan Biofilter Corrugated Plastic.

Keadaan rearing tank dan biofilter corrugated plastic pada saat dioperasikan dapat dilihat pada

Gambar 2, 3 dan 4 di bawah ini.

3.1.2. Tingkat Pertumbuhan Udang

Berat rata-rata tokolan udang pada saat dilakukan penimbangan pertama adalah berkisar 3,7 gram dengan berat total sebanyak 15 ekor tokolan seberat sekitar 56 gram. Berat rata-rata pada minggu ke dua dan ketiga 4,5 gram dan 6 gram. Jadi selama pemeliharaan udang mengalami pertumbuhan yang baik.

3.1.3. Kondisi Kualitas Air

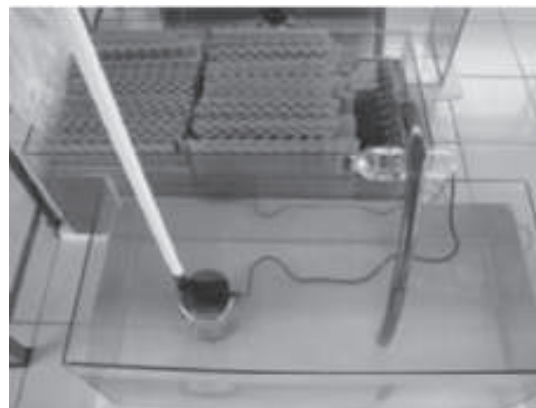
Konsentrasi oksigen terlarut (DO), pH dan temperatur (suhu) di aquarium pemeliharaan selama penelitian dalam kondisi normal, di mana pH 6,98 sampai 7; DO 6,95 sampai 7,37 sedang temperatur 25,4 °C sampai 27,8 °C. Fluktuasi data tersebut tercantum dalam Tabel 1.



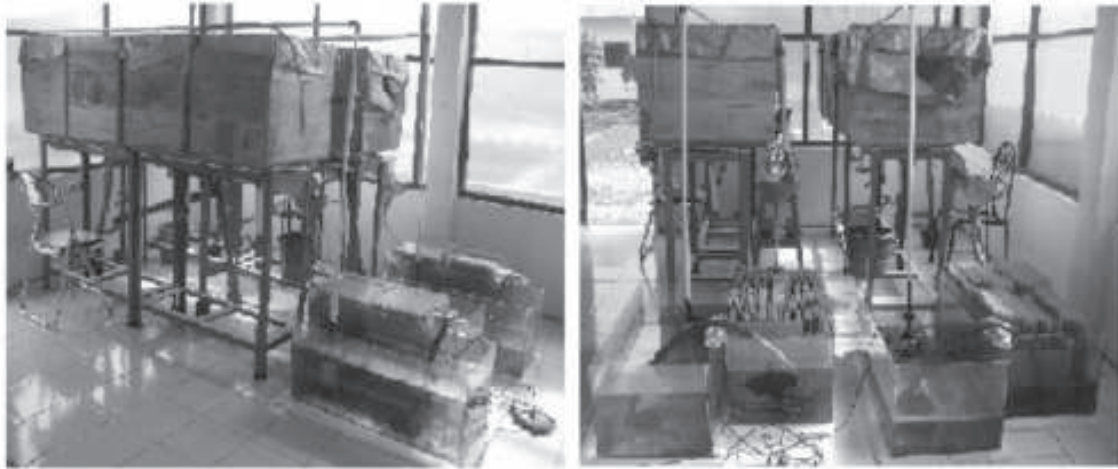
Gambar 2. (a) Bentuk rearing tank dengan mengerucut ke bawah untuk memudahkan pembuangan kotoran yang mudah mengendap, dan (b) Bentuk rearing tank dilihat dari dalam saat dioperasikan



Gambar 2c. Bentuk rearing tank dilihat dari samping dengan pipa over flownya



Gambar 3. Penataan corrugated plastic di kolam biofilter dan submerse pump.



Gambar 4. (a) Penataan *Recirculating Aquacul system* (RAS) dilihat dari samping, dan (b) Penataan *Recirculating Aquacul system* (RAS) dilihat dari depan

Tabel 1. Konsentrasi DO, pH dan temperatur di aquarium.

Aqua rium	Waktu pengukuran	DO (ppm)	pH	Suhu (°C)	Aqua rium	Waktu pengukuran	DO (ppm)	pH	Suhu (°C)
A1	07.00	7,37	7,00	25,8	B1	07.00	7,37	7,00	25,4
	13.00	7,30	7,00	27,1		13.00	7,32	7,00	27,1
	19.00	7,25	7,00	27,6		19.00	7,27	7,05	27,6
	01.00	7,23	7,00	25,7		01.00	7,24	7,00	25,5
A2	07.00	7,25	7,00	25,8	B2	07.00	7,22	7,00	25,5
	13.00	7,25	7,00	26,9		13.00	7,08	7,00	26,5
	19.00	7,09	6,98	27,7		19.00	6,95	6,98	27,8
	01.00	7,09	7,00	25,7		01.00	7,01	7,00	25,6
A3	07.00	7,24	7,00	25,8	B3	07.00	7,24	7,00	25,4
	13.00	7,23	7,00	26,9		13.00	7,09	7,00	26,4
	19.00	7,01	6,98	27,6		19.00	6,95	6,98	27,6
	01.00	6,93	7,00	25,8		01.00	6,83	7,00	25,6
A4	07.00	7,32	7,00	25,8	B4	07.00	7,34	7,00	25,4
	13.00	7,12	7,00	26,9		13.00	7,11	7,00	26,4
	19.00	7,07	6,98	27,8		19.00	7,07	6,98	27,6
	01.00	7,00	7,00	25,6		01.00	6,95	7,00	25,7

Nb: A1 dan B1 aquarium tanpa udang (kontrol)

A2, A3, A4 aquarium dengan udang diberi pakan dengan konsentrasi protein 32%

B2, B3, B4 aquarium dengan udang diberi pakan dengan konsentrasi protein 28%

Tabel 2. Konsentrasi TAN dan bahan organik di dalam media budidaya udang selama 24 jam

Waktu (WIB)	Konsentrasi				Konsentrasi			
	Aqua rium	Protein pakan	TAN	Bahan organik	Aqua rium	Protein pakan	TAN	Bahan organik
		(%)	(mgN/kg/jam)	(ppm)		(%)	(mgN/kg/jam)	(ppm)
7.00	1	32	178,99	6,98	1	28	106,67	6,98
9.00		32	135,57	4,96		28	138,71	4,45
11.00		32	245,79	4,45		28	116,93	3,83
13.00		32	145,07	4,06		28	102,19	4,06
15.00		32	205,61	3,56		28	118,69	3,94
17.00		32	150,81	4,43		28	9,13	4,2
19.00		32	147,68	6,64		28	16,5	6,06
21.00		32	150,81	4,38		28	16,5	5,31
23.00		32	170,12	3,56		28	23,87	3,94
1.00		32	121,06	3,91		28	16,5	4,32
3.00		32	106,45	2,68		28	36,52	3,62
5.00		32	146,11	6,45		28	9,13	5,78
7.00	2	32	125,71	5,18	2	28	41,28	5,52
9.00		32	192,02	3,94		28	24,77	5,07
11.00		32	154,85	4,51		28	57,79	5,07
13.00		32	119,36	4,51		28	24,77	4,76
15.00		32	141,78	4,14		28	33,02	4,17
17.00		32	107,97	4,55		28	8,26	4,76
19.00		32	144,97	5,54		28	16,51	6,41
21.00		32	99,94	3,27		28	41,28	4,14
23.00		32	77,52	4,14		28	57,79	4,17
1.00		32	168,86	3,62		28	57,79	4,09
3.00		32	172,22	5,0		28	16,51	4,79
5.00		32	167,18	6,45		28	24,77	7,56
7.00	3	32	134,97	6,98	3	28	43,72	7,49
9.00		32	35,99	4,9		28	52,92	4,79
11.00		32	89,98	4,62		28	43,66	5,91
13.00		32	188,96	3,89		28	93,34	3,49
15.00		32	143,97	3,29		28	34,41	4,26
17.00		32	26,99	3,33		28	96,48	4,38
19.00		32	35,99	4,42		28	71,69	4,38
21.00		32	26,99	3,48		28	87,17	3,68
23.00		32	62,99	2,29		28	99,56	4,26
1.00		32	116,98	2,93		28	62,38	3,91
3.00		32	125,98	3,74		28	87,17	3,0
5.00		32	152,97	3,34		28	124,45	4,94

3.1.4. Konsentrasi Total Amonia Nitrogen (TAN) dan Bahan Organik

Konsentrasi Total Amonia Nitrogen (TAN) dan bahan organik yang terkandung dalam media pemeliharaan udang terlihat adanya perbedaan yang *significant* antara udang yang diberi pakan dengan konsentrasi protein 32% dan 28% (Tabel 2)

3.1.5. Efisiensi Biofilter

Media biofilter yang terbuat dari genteng plastik bergelombang mempunyai luas permukaan pada tiap set biofilter sebesar 240 m² dengan luas penampungan (aquarium) 600 cm². Dari analisa biologi terbukti positif mengandung bakteri *Nitrosomonas* yang

berarti mampu melakukan proses nitrifikasi. Tingkat konsentrasi dan efisiensi dalam mengurangi amonia, bahan organik, padatan tersuspensi, nitrit dan nitrat sebelum dan sesudah dilewatkan biofilter dapat dilihat pada Tabel 3, 4, 5, 6 dan 7.

Tingkat efisiensi pengurangan amonia 10,95% dan 14,37% dengan konsentrasi amonia masih sangat rendah yaitu di bawah 1 ppm, baik pada sebelum dan sesudah biofilter.

Rata-rata bahan organik yang keluar dari *over flow* aquarium pemeliharaan udang tergantung pada kandungan protein dalam pakan, makin tinggi kandungan proteinnya makin tinggi pula kandungan bahan organik dalam limbah, di mana kandungan

Tabel 3. Konsentrasi amonia (ppm) sebelum dan sesudah difilter dengan biofilter

Waste	Waktu (WIB)	Sebelum biofilter	Sesudah biofilter	Waste	Waktu (WIB)	Sebelum biofilter	Sesudah biofilter
A	7.00	0,26	0,14	B	7.00	0,24	0,18
	10.00	0,23	0,23		10.00	0,21	0,12
	13.00	0,25	0,22		13.00	0,19	0,18
	16.00	0,25	0,24		16.00	0,20	0,19
	19.00	0,29	0,24		19.00	0,24	0,22
	22.00	0,27	0,25		22.00	0,24	0,18
	1.00	0,23	0,24		1.00	0,22	0,21
	4.00	0,23	0,23		4.00	0,20	0,21
Rata-rata =		0,25125	0,22375			0,2175	0,18625
Efisiensi (%)=		10,95				14,37	

Nb: A= over flow dari aquarium yang udangnya diberi pakan dengan konsentrasi protein 32%

B= *over flow* dari aquarium yang udangnya diberi pakan dengan konsentrasi protein 28%

Tabel 4. Konsentrasi bahan organik (ppm) sebelum dan sesudah biofilter.

Waste	Waktu (WIB)	Sebelum biofilter	Sesudah biofilter	Waste	Waktu (WIB)	Sebelum biofilter	Sesudah biofilter
A	7.00	11,84	6,11	B	7.00	4,11	3,89
	10.00	11,12	6,78		10.00	4,28	3,83
	13.00	10,45	6,56		13.00	4,56	3,94
	16.00	10,78	5,78		16.00	4,83	5,95
	19.00	10,84	5,45		19.00	7,45	6,78
	22.00	10,23	5,17		22.00	8,23	5,67
	1.00	11,28	3,78		1.00	7,73	4,44
	4.00	11,12	5,06		4.00	10,51	6,89
Rata-rata =		10,96	5,586			6,46	5,17
Efisiensi (%) =		49,02				19,94	

bahan organik sebesar 10,96 ppm saat kandungan protein dalam pakan sebanyak 32% dan pada pakan yang kandungan proteinnya hanya 28% kandungan bahan organik dalam limbah hanya 6,46%. Bahan organik tersebut harus dikurangi sebelum airnya dipakai lagi dan hasil pengurangan setelah dilewatkan biofilter konsentrasinya turun menjadi 5,59 ppm dan 5,17 ppm dengan tingkat efisiensi pengurangan sebesar 49,02% dan 19,94%. Data tingkat pengurangannya dapat dilihat pada Tabel 4.

Padatan tersuspensi (SS) 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 cukup efektif dengan efisiensi pengurangan 35,46% dan 22,22 %.

Nitrit adalah senyawa yang berbahaya untuk kehidupan udang bila konsentrasinya melebihi, sedangkan nitrat tidak akan berbahaya walau konsentrasinya tinggi, bahkan sangat baik untuk kesuburan perairan. Konsentrasi nitrit dan nitrat sebelum dan sesudah melewati biofilter dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 5. Konsentrasi padatan tersuspensi (gram/L) sebelum dan sesudah biofilter

Waste	Waktu (WIB)	Sebelum biofilter	Sesudah biofilter	Waste	Waktu (WIB)	Sebelum biofilter	Sesudah biofilter
A	7.00	0,018	0,006	B	7.00	0,01	0,006
	10.00	0,011	0,008		10.00	0,01	0,006
	13.00	0,017	0,008		13.00	0,01	0,009
	16.00	0,007	0,006		16.00	0,008	0,006
	19.00	0,011	0,007		19.00	0,004	0,003
	22.00	0,012	0,006		22.00	0,005	0,005
	1.00	0,017	0,015		1.00	0,022	0,017
	4.00	0,017	0,015		4.00	0,021	0,018
Rata-rata =		0,01375	0,00888			0,01125	0,00875
Efisiensi (%) =		35,46				22,22	

Nb: A= *over flow* dari aquarium yang udangnya diberi pakan dengan konsentrasi protein 32%

B= *over flow* dari aquarium yang udangnya diberi pakan dengan konsentrasi protein 28%

Tabel 6. Konsentrasi nitrit (ppm) sebelum dan sesudah biofilter

Waste	Waktu	Sebelum biofilter	Sesudah biofilter	Waste	Waktu	Sebelum biofilter	Sesudah biofilter
A	7.00	0,05	0,04	B	7.00	0,09	0,05
	10.00	0,05	0,04		10.00	0,08	0,05
	13.00	0,05	0,05		13.00	0,07	0,05
	16.00	0,05	0,04		16.00	0,08	0,05
	19.00	0,05	0,05		19.00	0,08	0,07
	22.00	0,05	0,04		22.00	0,07	0,05
	1.00	0,05	0,05		1.00	0,07	0,05
	4.00	0,05	0,05		4.00	0,06	0,05
Rata-rata =		0,05	0,045			0,075	0,0525
Efisiensi (%) =		10				30	

Tabel 7. Konsentrasi nitrat (ppm) sebelum dan sesudah biofilter

Waste	Waktu	Sebelum biofilter	Sesudah biofilter	Waste	Waktu	Sebelum biofilter	Sesudah biofilter
A	7.00	17,485	19,404	B	7.00	11,915	14,027
	10.00	15,617	21,987		10.00	11,178	13,237
	13.00	21,576	23,592		13.00	11,383	14,335
	16.00	21,526	22,473		16.00	11,113	13,004
	19.00	16,842	21,526		19.00	11,88	12,963
	22.00	18,336	19,202		22.00	12,253	13,287
	1.00	18,27	19,202		1.00	14,021	13,115
	4.00	19,802	20,017		4.00	14,573	14,467

3.2. Pembahasan

3.2.1. Kondisi Kualitas Air dan Pertumbuhan Udang

Parameter kualitas air di dalam media budidaya (*rearing tank*) udang secara umum pada kisaran normal, di mana pHnya mempunyai kisaran 6,98 sampai 7. Menurut Hutchinson *et al.*, (2004) bahwa kisaran pH yang baik untuk pertumbuhan ikan pada sistem biofilter air tawar adalah sekitar 7. Sedangkan oksigen terlarut yang terukur antara 6,95 sampai 7,37 ppm. Menurut Sutomo dan Mu'minah (2004) oksigen terlarut untuk pertumbuhan udang galah adalah > 3 ppm. Sedang temperatur untuk pertumbuhan udang galah adalah antara 25 – 31 °C. Jadi temperatur yang terukur di media budidaya penelitian dalam kisaran 25,4 °C sampai 27,8 °C sudah memenuhi syarat. Dari kondisi kualitas air tersebut di atas sangat mendukung sekali pertumbuhan udang galah selama penelitian. Kondisi air yang baik juga mendukung efektifitas kerja biofilter dan tidak perlu dilakukan *backwashing* atau pencucian balik (Tseng dan Wu, 2004).

3.2.2. Fluktuasi Total Amonia Nitrogen dan Bahan Organik

Total amonia nitrogen (TAN) dan bahan organik pada media air budidaya udang yang diberi pakan dengan konsentrasi protein 32% menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari pada udang yang diberi pakan dengan konsentrasi protein 28%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Muslim *et al.*, (2004^a) sebelumnya yang dilakukan pada ikan rainbow trout, di mana produksi TAN dan COD sebanding dengan

jumlah pakan dan kandungan protein yang terkandung dalam pakan.

Fluktuasi TAN sangat tidak teratur, hal ini dimungkinkan karena udang galah setelah post larva bersifat kurang aktif, sehingga saat setelah diberi pakan tidak langsung menunjukkan kenaikan TAN. Papoutsoglou *et al.*, (2005) mendapatkan bahwa ekskresi amonia atau ketidakseimbangan asam amino dapat diakibatkan oleh beberapa faktor diantaranya kecepatan makan, jumlah pakan dan pengaruh adanya respon atau keaktifan gerakannya terutama saat adanya stress. Dimungkinkan saat pakan diberikan tidak langsung diekskresi, karena udang masih bersembunyi di persembunyian (*shelter*).

Tabel 3 menunjukkan konsentrasi amonia sebelum masuk biofilter merupakan gambaran kandungan amonia di *rearing tank*, karena sampel tersebut diambil dari over flow semua rearing tank dan konsentrasinya masih sangat rendah yaitu antara 0,20 sampai dengan 0,29 ppm. Menurut Timmons *et al.*, (2002) konsentrasi amonia di bawah 1 ppm merupakan konsentrasi yang belum terpolusi dan baik untuk kehidupan organisme, bahkan batasan untuk budidaya ikan di daerah hangat (*warm water fish*) selama masih di bawah 2-3 ppm adalah masih dalam kondisi aman. Rendahnya konsentrasi amonia ini (di bawah 1 ppm) menurut Hutchinson *et al.*, (2004) bisa juga karena didukung kondisi kualitas parameter yang lain seperti temperatur dan pH yang masih dalam kondisi normal (pH sekitar 7).

3.2.1. Efisiensi Biofilter

Limbah budidaya ikan dan udang yang paling bahaya dan sering ditemukan adalah limbah padat

yang berupa sisa pakan dan feces serta limbah cair yang berupa amonia. Limbah tersebut harus segera dikurangi atau diminimalkan, karena pengurangan limbah di *rearing tank* akan meningkatkan kualitas air, meningkatkan produksi, menurunkan biaya produksi dan mengurangi pencemaran lingkungan (Suzuki *et al.*, 2003; Boyd 2003). Media biofilter yang terbuat dari genteng plastik bergelombang dalam penelitian ini mampu mengurangi konsentrasi amonia sebanyak 11 sampai 14%. Hal ini karena amonia setelah melewati biofilter menjadi berkurang, karena di media biofilter terdeteksi tumbuh bakteri *Nitrosomonas*, sehingga proses nitrifikasi terjadi dan akibatnya konsentrasi nitrat meningkat (Muslim *et al.*, 2005). Menurut Yool *et al.*, (2007) bahwa proses nitrifikasi berjalan dengan baik apabila konsentrasi nitrat di air meningkat, di mana kalau di perairan terbuka ditandai dengan tumbuhnya fitoplankton. Tabel 7 juga menunjukkan dengan sempurna bahwa air *over flow* yang dilewatkan ke media biofilter meningkat konsentrasi nitrat. Konsentrasi nitrat yang berlebihan akan sangat bermanfaat apabila dimanfaatkan untuk kegiatan *aqriculture* (pertanian) seperti hydroponic, dan hal ini telah dicobakan oleh Muslim *et al.*, (2005) di Korea untuk menumbuhkan sayur kangkung yang dapat berfungsi untuk meningkatkan penghasilan tambahan dan juga sebagai denutrienisasi. Demikian juga Snow *et al.*, (2008) telah memanfaatkan nitrat tersebut untuk meningkatkan pertumbuhan gandum dan dapat memproduksi gandum 16 ton/hektarnya.

Biofilter yang terbuat dari genteng plastik bergelombang ini tidak hanya mampu menyaring atau mengurangi senyawa kimia dengan proses biologi (nitrifikasi) akan tetapi mampu juga mengurangi konsentrasi padatan tersuspensi 22% sampai 35,5%, serta mampu juga mengurangi bahan organik sebesar 20% sampai 49%. Menurut Muslim *et al.*, (2004^b) berkurangnya padatan tersuspensi setelah melewati biofilter karena bentuk bergelombang dan genteng yang tersusun bersap-sap akan mengurangi kecepatan mengalir, sehingga padatan tersebut akan terendap di genteng plating tersebut. Padatan yang tersuspensi merupakan penyusun bahan organik (Muslim *et al.*, 2004^a), maka bahan organiknya juga akan ikut berkurang. Oleh karena itu keberhasilan

budidaya ikan atau udang secara intensif akan sangat ditentukan oleh keberhasilan menangani padatan tersuspensi, dalam hal ini mampu mengurangi atau menghilangkan (Timmons *et al.*, 2002), karena makin cepat padatan tersuspensi dipindahkan berarti kesehatan lingkungan akan tetap terjaga.

4. Simpulan dan Saran

4.1. Simpulan

Design budidaya udang galah yang telah dibentuk dalam penelitian ini yang terdiri dari *rearing tank* yang dibuat dengan *double drain* yang dilakukan secara *recirculating aquaculture system* dengan dilengkapi biofilter yang terbuat dari genteng plastik bergelombang mampu menumbuhkan udang tanpa adanya penyakit karena biofilter yang digunakan mampu mengurangi racun amonia sebanyak 10,95 - 14,37%; bahan organik sebanyak 19,94 - 49,02% dan padatan tersuspensi sebanyak 22,22 - 35,46% serta dapat menjaga pH dan oksigen terlarut dalam kisaran yang normal.

4.2. Saran

Agar budidaya udang dan ikan dapat berhasil secara berkelanjutan, di mana hasilnya selalu meningkat dan tidak merusak lingkungan, maka teknologi ini sangat tepat dilakukan, karena disamping praktis, sederhana, murah, mudah dioperasikan dan ramah terhadap lingkungan

Ucapan terimakasih

Terima kasih kepada sponsor penelitian ini yaitu DIPA Universitas Diponegoro No. 0160.0/023-04.2/XII/2009. Selanjutnya penghargaan dan ucapan terima kasih disampaikan kepada semua anggota BBI Poting Kab. Kendal yang telah membantu dan memberikan beberapa fasilitas, sehingga penelitian ini bisa berjalan dengan baik. Terima kasih pula pada Bapak Dr.Ir. Sarjito, MAppSc dan Dr.Ir.Istiyanto Samijan, MSi yang telah mendorong dalam pengajuan penelitian ini serta Arun, Indira, Ario dan Anwar yang telah ikut mengoperasikan sistem budidaya ini. Terima kasih diucapkan pula kepada reviewer atas masukan dan penyempurnaan penulisan, sehingga tulisan ini menjadi lebih sempurna.

Daftar Pustaka

- Adler, P.R., J.K. Harper., F. Takeda., E.M. Wade and S.T. Summerfelt. 2000. Economic evaluation of hydroponics and other treatment options for phosphorus removal in aquaculture effluent. *HortScience*, 35. 993-999.
- Badiola Author Vitae, M., D. Mendiola and J. Bostock. 2012. Recirculating Aquaculture Systems (RAS) analysis: Main issues on management and future challenges. *Aquacultur. Eng*, 51.26-35.
- Bergheim, A and A. Brinker. 2003. Effluent treatment for flow-through system and European environmental regulations. *Aquacultur. Eng*, 27. 61-77.
- Boyd, C.E., 2003. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. *Aquaculture*, 226. 101–112.
- Crab, R., Y. Avnimelech., T. Defoirdt., P. Bossier and W.Verstraete. 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture*, 270. 1-14.
- Colt, J. 2006. Water quality requirements for reuse systems. *Aquacultur. Eng*, 34 (3). 143-156.
- Davidson, J and S.T Summerfelt. 2005. Solid removal from a coldwater recirculating system comparison of a swirl separator and a radial-flow settler. *Aquacultur. Eng*, 33. 47-61.
- Eagle, C.R., S. Pomerleau., G. Fornshell., J.M. Hinshaw., D. Sloan and S. Thompson. 2005. The economic impact of proposed effluent treatment options for production of trout *Oncorhynchus mykiss* in flow-through system. *Aquacultur. Eng*, 32. 303-323.
- Ebeling, J.M., K.L. Rishel and P.L.Sibrell. 2005. Screening and evaluation of polymers as flocculation aids for the treatment of aquacultural effluents. *Aquacultur. Eng*, 33. 235-249.
- Ebeling, J.M., M.B. Timmons and J.J. Bisogni. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257. 346-358.
- FAO, 2007. *The State of World fisheries and Aquaculture*, Food and Agriculture Organisation of the United Nations <http://www.fao.org/docrep/009/A0699e/A0699e00.htm>
- Garno, Y.S. 2004. Pengembangan budidaya udang dan potensi pencemarannya pada perairan pesisir. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 5(3). 187-192.
- Gennaro, P., M Guidotti., E. Funari., S. Porrello and M. Lenzi. 2006. Reduction of land based fish farming impact by phytotreatment pond system in a marginal lagoon area. *Aquaculture*, 256. 246-254.
- Hutchinson, W., M. Jeffrey., D. O’Sullivan., D. Casement and S. Clarke. 2004. *Recirculating Aquaculture Systems: Minimum Standards for Design, Construction and Management*. South Australian Research and Development Institute.
- Karthik, M., J. Suri., N. Saharan and R.S. Biradar. 2005. Brackish water aquaculture site selection in Palghar Taluk, Thane district of Maharashtra, India, using the techniques of remote sensing and geographical information system. *Aquacultur. Eng*, 32. 285–302
- Leung, K.M.Y., J.C.W. Chu and R.S.S. Wu. 1999. Effects of body weight, water temperature and ration size on ammonia excretion by the areolated grouper (*Epinephelus areolatus*) and mangrove snapper (*Lutjanus argentimaculatus*). *Aquaculture*, 170. 215-227.
- Lin, Y.F., S.R. Jing and D.Y. Lee. 2003. The potential use of constructed wetlands in a recirculating aquaculture system for shrimp culture. *Environ. Pollut*, 123. 107-113.

- Muslim and G.B. Jones. 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., I.B. Kim., J.H. Lee and J.Y. Jo. 2004^a. Effects of feeding regimes on an ammonia excretion and feces production of fingerling rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. 7th Asian Fisheries Forum, Penang, Malaysia.
- Muslim., I.B. Kim and J.Y. Jo. 2004^b. Suspended solid removal efficiency of IBK system biofilter in a semi-recirculation rainbow trout farm. *Korean Aquaculture Society, Ansan, Korea*.
- Muslim., J.Y. Jo and I.B. Kim. 2005. Nitrification and other water purification efficiencies of IBK system biofilter in a semi-recirculation rainbow trout farm. *World Aquaculture Society, Bali-Indonesia*.
- Muslim. 2010. Kemampuan genteng plastik bergelombang (*corrugated plastic*) sebagai biofilter partikel, ammonia dan bahan organik di media budidaya dan limbah cair budidaya ikan. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 17 (2). 69-77.
- Papoutsoglou, S.E., N.Karakatsouli and G. Chiras. 2005. Dietary l-tryptophan and tank colour effects on growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles reared in a recirculating water system. *Aquacultur. Eng*, 32. 277-284.
- Qin, G., C.C.K. Liu., N. H. Richman and J. E.T. Moncur. 2005. Aquaculture wastewater treatment and reuse by wind-driven reverse osmosis membrane technology: a pilot study on Coconut Island, Hawaii. *Aquacultur. Eng*, 32. 365-378
- Snow, A.M., A.E. Ghaly and A. Snow. 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.
- Summerfelt, S.T., G. Wilton., D. Roberts., T. Rimmer and K. Fonkalsrud. 2004. Developments in recirculating systems for Arctic char culture in North America. *Aquacultur. Eng*, 30. 31-71.
- Sutomo, H, dan Mu'minah, S. 2004. *Budidaya Udang Galah*. Departemen Kelautan dan Perikanan. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT), Sukabumi.
- Suzuki, Y., T. Maruyama., H. Numata., H.Sato and M.Asakawa. 2003. Performance of a closed recirculating system with foam separation, nitrification and denitrification units for intensive culture of eel: towards zero emission. *Aquacultur. Eng*, 29. 165-182
- Timmons, M.B., J.M. Ebeling., F.W. Wheaton., S.T. Summerfelt and B.J. Vinci. 2002. *Recirculating Aquaculture Systems*, 2nd Editions. Cayuga Aqua Ventures, LLC., Ithaca, NY.
- Tseng, K.F and K.L. Wu. 2004. The ammonia removal cycle for a submerged biofilter used in a recirculating eel culture system. *Aquacultur. Eng*, 31. 17-30.
- Viadero, R.C and J.A. Noblett. 2002. Membrane filtration for removal of fine solids from aquaculture process water. *Aquacultur. Eng*, 26 (3). 151-169.
- Yool, A., A.P. Martin., C. Fernández and D.R. Clark. 2007. The significance of nitrification for oceanic new production. *Nature*, 447. 999-1002.