

## Kinerja produksi *Anguilla bicolor bicolor* dengan penambahan $\text{CaCO}_3$ pada media budidaya

### Production performance of *Anguilla bicolor bicolor* with the addition of $\text{CaCO}_3$ into culture media

Andre Rachmat Scabra, Tatag Budiardi\*, Daniel Djokosetiyo

Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor  
Kampus IPB Dramaga Bogor, Jawa Barat 16680

\*Surel: tatagbdp@yahoo.com

#### ABSTRACT

This study aimed to determine effect of calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) addition in to the culture media for the production performance (survival rate, biomass growth rate, feed conversion ratio, and coefficient of variation) of Indonesian eel *Anguilla bicolor bicolor*. The experiment used a complete randomized design CRD with four treatments (calcium carbonate addition with dose A=0 mg/L; B=50 mg/L; C=100 mg/L; and D=150 mg/L) and three replications. The eel with body weight average of  $10.3 \pm 0.16$  g/individual cultured in aquariums ( $100 \times 50 \times 40$  cm<sup>3</sup>) with 4 g/L of stocking densities. This study was conducted for 60 days, in which the eel were fed three times a day by at satiation method. The result of this study showed that treatment B with calcium carbonate addition of 50 mg/L in to the culture media was the best treatment for production performance (survival rate 99.1%; biomass growth rate 3.48 g/day; and feed conversion ratio 3.5). It was also optimal to reduce the physiological responses of the eel, in which the oxygen consumption rate i.e 0.36 mg O<sub>2</sub>/g/h and osmotic work rate i.e 0.22 mOsm/L H<sub>2</sub>O. For the coefficient of variation, the best results occur in treatment D i.e. 23.3%. Water quality during the study were within the range of optimal maintenance of eels (temperature 29.8–31.73 °C; pH 7.4–8.1; dissolved oxygen 4.7–5.57 mg/L; nitrite 0.10–0.78 mg/L; and ammonia 0.0008–0.0281 mg/L).

Keywords : *Anguilla bicolor bicolor*, calcium carbonate, Indonesian eel, production performance

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh penambahan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) pada media budidaya terhadap kinerja produksi (derajat kelangsungan hidup, laju pertumbuhan mutlak biomassa, rasio konversi pakan, dan koefisien variasi) ikan sidat *Anguilla bicolor bicolor*. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan (penambahan  $\text{CaCO}_3$  dengan dosis A=0 mg/L; B=50 mg/L; C=100 mg/L; dan D=150 mg/L) dan tiga ulangan. Ikan sidat yang digunakan memiliki bobot rata-rata  $10,3 \pm 0,16$  g/ekor dengan padat tebar 4 g/L yang dipelihara pada wadah akuarium berukuran  $100 \times 50 \times 40$  cm<sup>3</sup>. Pemeliharaan ikan sidat dilaksanakan selama 60 hari dan diberikan pakan tiga kali sehari dengan metode *at satiation*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan B, yaitu penambahan  $\text{CaCO}_3$  dengan dosis 50 mg/L adalah perlakuan terbaik terhadap kinerja produksi ikan sidat (derajat kelangsungan hidup 99,1%; laju pertumbuhan mutlak biomassa 3,48 g/hari; dan rasio konversi pakan 3,5). Perlakuan B juga memberikan nilai yang optimal yang dapat menurunkan tingkat konsumsi oksigen (0,36 mg O<sub>2</sub>/g/jam) dan tingkat kerja osmotik (0,22 mOsm/L H<sub>2</sub>O). Hasil terbaik untuk parameter koefisien variasi ditunjukkan oleh perlakuan D sebesar 23,3%. Kualitas air selama penelitian berada dalam kisaran optimal pemeliharaan ikan sidat (suhu 29,8–31,73 °C; pH 7,4–8,1; oksigen terlarut 4,7–5,57 mg/L; nitrit 0,10–0,78 mg/L; dan amonia 0,0008–0,0281 mg/L).

Kata kunci : *Anguilla bicolor bicolor*, ikan sidat, kalsium karbonat, kinerja produksi

#### PENDAHULUAN

Ikan sidat *Anguilla bicolor bicolor* merupakan komoditas perikanan yang memiliki nilai ekonomis tinggi yang sangat diminati di pasar lokal maupun internasional (Affandi, 2005).

Kementerian kelautan dan perikanan (KKP, 2011) menyatakan bahwa permintaan ikan sidat untuk Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta mencapai tiga ton/bulan dengan kisaran harga antara Rp100.000/kg–Rp175.000/kg. Berdasarkan data dari FAO (2014), permintaan ikan sidat untuk pasar global

adalah sebesar 268.342 ton/tahun dengan kisaran harga antara Rp.180.000/kg–Rp225.000/kg.

Kebutuhan konsumsi global ikan sidat belum sepenuhnya tercukupi. Negara Jepang sebagai contoh, yang merupakan tujuan ekspor ikan sidat terbesar di dunia, dengan kebutuhan konsumsi sebesar 130.000 ton/tahun, baru terpenuhi sebesar 16,8% yaitu 21.000 ton (KKP, 2011). Permintaan pasar ikan sidat tersebut merupakan peluang pasar dan dapat dipenuhi dengan melakukan upaya peningkatan jumlah produksi, salah satunya adalah dengan memanipulasi kualitas air (faktor fisika kimia) pada usaha budidaya.

Lingkungan perairan yang optimal dapat mendukung pertumbuhan ikan dengan baik. Salah satu faktor pendukung pertumbuhan ikan terkait media pemeliharaannya adalah kondisi tekanan osmotik dan ionik air, baik air sebagai media internal maupun eksternal (Darwisito, 2008). Menurut Hastuti *et al.* (2012), agar sel tubuh dapat berfungsi dengan baik, maka komposisi dan konsentrasi ionik dalam tubuh harus tepat, sehingga diperlukan pengaturan mekanisme osmoregulasi agar tercipta komposisi dan konsentrasi ionik yang ideal antara intraseluler dengan ekstraseluler, antara lain dengan memanipulasi kadar kalsium media. Menurut Cheng *et al.* (2006), jika kandungan kalsium di perairan tidak mencukupi maka beberapa proses fisiologis seperti pembentukan struktur jaringan keras, osmoregulasi, dan transmisi syaraf akan mengalami gangguan. Kalsium merupakan komponen utama dari skeleton dan kofaktor beberapa jenis enzim serta berperan dalam proses osmoregulasi dan aktivitas saraf (Fontagné *et al.*, 2009). Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitiannya yang menyatakan bahwa defisiensi kalsium pada ikan rainbow trout dapat menyebabkan penundaan proses pembentukan tulang (osifikasi) yang berdampak terhadap morfologi kolom vertebral. Kaligis *et al.* (2009) menyatakan bahwa udang vaname *Litopenaeus vannamei* yang hidup pada perairan payau dapat diaklimatisasi hingga salinitas 0 g/L dengan syarat perlu penambahan kalsium pada media pemeliharaan.

Pada beberapa penelitian terdahulu, penambahan berbagai sumber kalsium baik melalui media maupun pakan diketahui dapat meningkatkan pertumbuhan beberapa jenis ikan yang berbeda. Pertumbuhan udang galah *Macrobrachium rosenbergii* de Man dapat ditingkatkan dengan penambahan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  melalui media budidaya sebanyak 30 mg/L (Zaidy

*et al.*, 2008), serta  $\text{CaCO}_3$  melalui ransum pakan sebanyak 3,45% (Hadie *et al.*, 2009). Hastuti *et al.* (2012) menyatakan bahwa penambahan CaO pada media budidaya sebanyak 40 mg/L dapat meningkatkan pertumbuhan ikan patin *Pangasius hypophthalmus*. Berdasarkan hal tersebut, untuk meningkatkan produksi, maka diperlukan suatu kajian ilmiah mengenai penambahan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) pada media budidaya ikan sidat.

Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh penambahan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) pada media budidaya terhadap kinerja produksi (derajat kelangsungan hidup, laju pertumbuhan mutlak biomassa, rasio konversi pakan, dan keefisien variasi) ikan sidat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat diterapkan dalam kegiatan budidaya dan dijadikan acuan untuk penelitian lanjutan.

## BAHAN DAN METODE

### Persiapan

Wadah yang digunakan berupa 12 unit akuarium bersekat dengan sistem resirkulasi. Sekat berfungsi untuk memisahkan bagian filter dan bagian pemeliharaan. Dimensi akuarium berukuran  $100 \times 50 \times 40 \text{ cm}^3$ , dengan bagian pemeliharaan berukuran  $90 \times 50 \times 40 \text{ cm}^3$  dan bagian filter berukuran  $10 \times 50 \times 30 \text{ cm}^3$ . Volume air yang digunakan adalah 90 L. Filter yang digunakan berupa satu unit filter yang berfungsi sebagai filter fisika, kimia, dan biologi.

Tandon yang digunakan berjumlah empat buah sesuai dengan jumlah perlakuan penelitian. Untuk meningkatkan kelarutan  $\text{CaCO}_3$ , maka pada bak tandon ditambahkan larutan asam klorida (HCl) 1 N dengan dosis yang berbeda, yaitu menyesuaikan dengan dosis penambahan  $\text{CaCO}_3$ . Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang telah dilarutkan pada bak tandon diberi aerasi selama satu hari. Endapan yang terbentuk pada bak tandon dibersihkan hingga menyisakan bagian media yang bersih tanpa endapan. Media tersebut dimasukkan ke dalam akuarium pemeliharaan sesuai dengan perlakuan masing-masing.

### Pemeliharaan ikan uji

Benih ikan sidat yang digunakan memiliki bobot awal  $10 \pm 1 \text{ g/ekor}$  yang berasal dari muara Sungai Serayu, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Padat tebar ikan sidat pada setiap akuarium yaitu 4 g/L dan dipelihara selama 60 hari. Pakan yang diberikan berupa pakan pelet komersial yang memiliki kadar protein sebesar 45%.

Pakan tersebut diubah menjadi bentuk pasta dan diberikan secara *at satiation* dengan persentase pemberian antara 3–5% dari biomassa. Frekuensi pemberian yaitu tiga kali sehari pada pagi (08.00), sore (15.00) dan malam (22.00). Untuk mempertahankan kualitas air sebagai media pemeliharaan, dilakukan pergantian air setiap hari sejumlah 20% dari total volume air. Pengukuran parameter penelitian dilakukan setiap 15 hari. Parameter yang diuji disajikan pada Tabel 1.

### Analisis data

Data diolah dengan *Microsoft Excel 2007*. Parameter kinerja produksi dianalisis ragam (ANOVA) pada selang kepercayaan 95% dengan perangkat lunak SPSS 17.0. Apabila data berbeda nyata, maka analisis dilanjutkan dengan uji Duncan. Parameter tingkat kerja osmotik (TKOs), tingkat konsumsi oksigen (TKO), dan kualitas air dianalisis secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### Kinerja produksi

Parameter kinerja produksi meliputi derajat kelangsungan hidup (DKH), laju pertumbuhan mutlak biomassa (LPMB), efisiensi pakan (EP), dan koefisien variasi (KV) seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Melalui uji analisis ragam ( $P < 0,05$ ), penambahan  $\text{CaCO}_3$  pada dosis yang berbeda memberikan hasil yang tidak berbeda nyata

terhadap nilai derajat kelangsungan hidup, namun memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap nilai laju pertumbuhan mutlak biomassa (LPMB), dan rasio konversi pakan (RKP). Adapun nilai parameter DKH, LPMB dan RKP terbaik terjadi pada perlakuan B, sedangkan terendah pada perlakuan D. Sebaliknya parameter KV terbaik terjadi pada perlakuan D, dan terendah pada perlakuan B.

#### Tingkat konsumsi oksigen (TKO)

Hasil uji tingkat konsumsi oksigen (TKO) selama penelitian disajikan pada Gambar 1, yaitu perlakuan yang memberikan nilai TKO tertinggi dan terendah adalah perlakuan B dan D, yaitu 0,36 mg  $\text{O}_2$ /g/jam dan 0,99 mg  $\text{O}_2$ /g/jam.

#### Tingkat kerja osmotik (TKOs)

Hasil uji tingkat kerja osmotik (TKOs) selama penelitian disajikan pada Gambar 2, yaitu perlakuan dengan nilai TKOs tertinggi dan terendah pada adalah perlakuan B dan D sebesar 0,22 mOsm/L dan 0,25 mOsm/L.

#### Kualitas air

Data kualitas air selama penelitian pada Tabel 2 menunjukkan nilai yang masih dapat ditoleransi oleh ikan sidat.

### Pembahasan

Pertumbuhan ikan sidat dapat ditingkatkan dengan penambahan  $\text{CaCO}_3$  pada dosis yang tepat. Jika terjadi kelebihan atau kekurangan kalsium

Tabel 1. Parameter uji selama penelitian

	Parameter	Satuan	Alat ukur / metode
Kinerja produksi	derajat kelangsungan hidup	%	-
	laju pertumbuhan mutlak biomassa	g/hari	-
	rasio konversi pakan		-
	koefisien variasi	%	-
Tingkat konsumsi oksigen		mg $\text{O}_2$ /g/jam	Liao & Huang (1975)
Tingkat kerja osmotik		mOsm/L $\text{H}_2\text{O}$	Lignot <i>et al.</i> (2000)
Kualitas Air	suhu	°C	termometer
	oksigen terlarut	mg/L	DO meter
	pH	-	pH meter
	nitrit ( $\text{NO}_2$ )	mg/L	spektrofotometri
	amonia ( $\text{NH}_3$ )	mg/L	spektrofotometri
	alkalinitas Total	mg/L	titrimetri
	kesadahan $\text{Ca}^{2+}$	mg/L	titrimetri

Tabel 2. Kinerja produksi ikan sidat elver II selama masa penelitian

Parameter produksi	Dosis penambahan CaCO <sub>3</sub> (mg/L)			
	0	50	100	150
Derajat kelangsungan hidup (%)	98,2±1,6a	99,1±1,5a	97,3±2,7a	93,7±5,6a
Laju pertumbuhan mutlak biomassa (g/hari)	2,63±0,17ab	3,48±0,87a	1,88±0,49bc	0,97±0,45c
Rasio konversi pakan	4,90±0,24ab	3,50±0,63a	6,40±1,55b	9,30±1,30c
Koefisien variasi (%)	36,0±8,04ab	39,1±10b	30,9±4,22ab	23,3±5,91a

Keterangan: angka-angka pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf superskrip yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji selang berganda Duncan).

pada media pemeliharaan, maka akan berdampak terhadap menurunnya laju pertumbuhan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Muliani *et al.* (2013) bahwa ikan patin yang dipelihara pada media yang ditambahkan CaCO<sub>3</sub> dengan dosis tinggi sejumlah 150 mg/L menunjukkan respons stress yang lebih tinggi pula daripada pemeliharaan pada media yang ditambahkan CaCO<sub>3</sub> dengan dosis lebih rendah sejumlah 100 mg/L. Sebaliknya, jika terjadi kekurangan nilai kalsium pada media pemeliharaan, maka menurut Fontagné *et al.* (2009), dapat terjadi penundaan proses pembentukan tulang (osifikasi) yang berdampak terhadap lambatnya proses pertumbuhan. Kemudian berdasarkan penelitian Zaidy *et al.* (2008), udang galah dapat tumbuh lebih baik pada media yang ditambahkan dengan kalsium (CaOH<sub>2</sub>) sejumlah 30 mg/L.

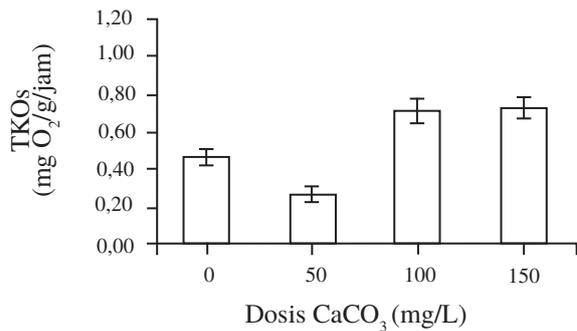
Rasio konversi pakan (RKP) merupakan parameter kinerja produksi yang menunjukkan jumlah pakan yang diberikan dalam satuan kg untuk menghasilkan 1 kg bobot ikan. Perlakuan penambahan CaCO<sub>3</sub> dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap nilai RKP. Perlakuan yang memberikan nilai RKP tertinggi adalah perlakuan B sebesar 3,5, sedangkan yang terendah adalah perlakuan D sebesar 9,3. Rendahnya nilai RKP pada perlakuan B diduga disebabkan oleh energi pakan yang dapat dimanfaatkan secara efisien sehingga jumlah pakan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan menjadi lebih kecil. Pada perlakuan A, C, dan D, diperlukan lebih banyak belanjaan energi (*budget energy*) yang akan digunakan untuk keperluan metabolisme, yaitu penyesuaian diri dalam aktivitasnya menjaga homeostasi sebagai dampak dari kondisi lingkungan yang tidak ideal. Hasil penelitian Nirmala *et al.* (2005) menyatakan bahwa ikan barbir *Barbus conchoniuis* yang dipelihara pada media dengan kadar kalsium dan alkalinitas yang tidak optimal akan menggunakan belanjaan energi yang cukup besar untuk aktivitas

osmoregulasi dan metabolisme. Hal tersebut menyebabkan ikan membutuhkan pakan dalam jumlah yang lebih banyak agar kebutuhan energi untuk pertumbuhan dapat tercukupi.

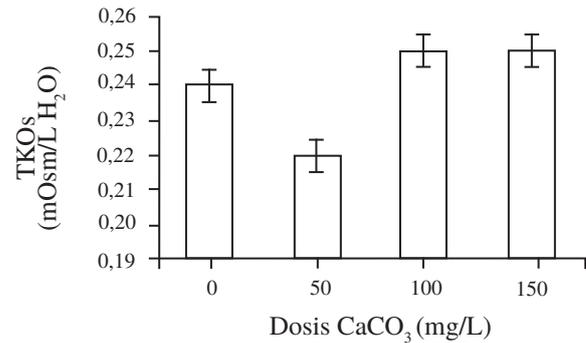
Koefisien variasi (KV) menggambarkan tingkat keragaman bobot ikan pada akhir pemeliharaan, yaitu semakin tinggi nilai KV maka tingkat keseragaman bobot menjadi semakin rendah. Terkait dengan kinerja produksi, KV yang rendah bersifat lebih baik daripada KV yang tinggi. Perlakuan yang memberikan nilai KV tertinggi dan terendah adalah perlakuan B dan D, yaitu 39,1% dan 23,3%. Tingginya nilai KV pada perlakuan B diduga disebabkan karena terjadinya pertumbuhan yang cepat pada ikan sidat secara tidak seragam, sebaliknya nilai KV yang rendah pada perlakuan D diduga disebabkan karena ikan sidat mengalami pertumbuhan yang lambat.

Tingkat konsumsi oksigen dapat digunakan sebagai parameter untuk mengetahui laju metabolisme organisme air, yaitu jumlah energi metabolik yang dibutuhkan untuk proses metabolisme (Gracia *et al.*, 2006). Semakin rendah tingkat konsumsi oksigen, maka semakin sedikit energi yang digunakan untuk metabolisme sehingga semakin banyak energi yang tersedia untuk pertumbuhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat konsumsi oksigen pada perlakuan B (0,36 mg O<sub>2</sub>/g/jam) adalah yang terendah dibandingkan dengan perlakuan lain. Hal tersebut sesuai dengan data pertumbuhan di mana perlakuan B menghasilkan laju pertumbuhan mutlak yang tertinggi.

Tingkat kerja osmotik adalah perbandingan antara gradien osmotik di dalam tubuh ikan dengan media tempat hidupnya. Aktivitas ikan dalam menyeimbangkan komposisi gradien osmotik tersebut dinamakan osmoregulasi. Arjona *et al.* (2009) menyatakan bahwa tingkat kerja osmotik memberikan pengaruh terhadap penggunaan belanjaan energi di dalam tubuh.



Gambar 1. Nilai rata-rata tingkat konsumsi oksigen (TKO) ikan sidat.



Gambar 2. Nilai rata-rata tingkat kerja osmotik (TKOs) ikan sidat.

Tabel 3. Kualitas air pemeliharaan ikan sidat selama penelitian

Parameter produksi	Dosis penambahan CaCO <sub>3</sub> (mg/L)				Kisaran optimum (KKP, 2011)
	0	50	100	150	
Suhu (°C)	30,0–31,6	30,3–31,7	30,3–31,5	29,8–31,7	27,0–31,0
pH (unit)	7,4–7,7	7,5–7,9	7,5–8,0	7,8–8,1	7,0–8,0
Oksigen terlarut (mg/L)	4,7–5,5	4,8–5,6	4,8–5,1	4,9–5,4	> 4,0
Alkalinitas (mg/L)	12,13–48,51	13,55–59,21	16,41–63,49	19,26–69,19	–
Kesadahan Ca (mg/L)	35,39–76,64	42,28–81,92	52,05–88,53	58,00–93,81	–
Nitrit (mg/L)	0,15–0,37	0,18–0,41	0,19–0,78	0,10–0,44	<0,5
Amonia (mg/L)	0,002–0,015	0,005–0,019	0,003–0,023	0,001–0,028	< 0,1

Pada saat ikan membutuhkan energi untuk proses osmoregulasi, maka ikan akan memanfaatkan sumber energi yang ada di dalam tubuhnya. Dengan demikian, maka tingkat kinerja osmotik yang rendah dapat menghemat energi untuk proses osmoregulasi, sehingga belanja energi untuk proses pertumbuhan akan semakin besar. Salah satu upaya untuk mengurangi nilai TKOs adalah dengan penambahan kalsium pada media budidaya, sesuai dengan penelitian Taqwa *et al.* (2014) bahwa penambahan kalsium karbonat sejumlah 75 mg/L pada media pemeliharaan udang galah dapat meminimalkan tingkat kerja osmotik serta tingkat konsumsi oksigen. Hal tersebut kemudian sesuai dengan hasil penelitian bahwa rendahnya nilai TKOs pada perlakuan B (0,22 mOsm/L H<sub>2</sub>O) berbanding lurus terhadap tingginya nilai laju pertumbuhan mutlak (3,48 g/hari).

Kinerja produksi ikan sidat sangat berkaitan erat dengan kualitas air sebagai media tempat pemeliharannya. Perbedaan nilai parameter kualitas air selama penelitian terjadi pada parameter alkalinitas dan kesadahan Ca yang disebabkan karena perlakuan penambahan CaCO<sub>3</sub>. Kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) yang terlarut pada media akan terpecah menjadi unsur Ca

yang merupakan sumber kalsium perairan serta unsur CO<sub>3</sub> yang merupakan karbonat penyusun alkalinitas. Pada kondisi Ca media dan alkalinitas yang optimal, ikan dapat tumbuh dengan baik. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Hastuti *et al.* (2012), bahwa kinerja produksi benih ikan patin dapat meningkat pada media dengan kadar Ca dan alkalinitas yang optimal. Adapun faktor kualitas air lainnya seperti suhu, pH, oksigen terlarut, nitrit dan amonia masih berkisar dalam nilai kualitas air yang ideal bagi kehidupan ikan sidat serta tidak mengalami fluktuasi yang tinggi pada setiap ulangan maupun perlakuan.

Ikan sidat dipelihara dengan menggunakan sistem resirkulasi, yaitu sebuah sistem yang mengalirkan air yang kotor pada wadah pemeliharaan menuju wadah filtrasi untuk disaring. Air yang telah tersaring tersebut kemudian dialirkan kembali menuju wadah pemeliharaan ikan. Sistem filtrasi air tersebut melibatkan beberapa komponen seperti filter fisik berupa kapas sintesis, filter kimia berupa zeolit dan karbon aktif, serta filter biologis berupa *bioball*. Kapas sintesis berperan dalam menyaring padatan tersuspensi dalam air yang berupa sisa pakan yang tidak termakan atau feses dari ikan. Zeolit dan karbon aktif berperan

dalam penyerapan zat beracun seperti amonia dan nitrit (Supriyono *et al.*, 2007). *Bioball* berperan sebagai media tempat pelekatan mikroba (bakteri nitrifikasi) yang berperan dalam mendegradasi nitrogen ke dalam bentuk nitrat yang tidak beracun bagi ikan (Dewi & Masithoh, 2013). Hal tersebut dikuatkan oleh hasil penelitian Nurhidayat *et al.* (2012) bahwa kombinasi sistem resirkulasi antara zeolit, karbon aktif dan *bioball* dapat menghasilkan kualitas air yang baik melalui oksidasi amonia dan penumbuhan koloni bakteri nitrifikasi nonpatogen.

### KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa media pemeliharaan ikan sidat dengan penambahan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dengan dosis 50 mg/L merupakan perlakuan terbaik terhadap kinerja produksi (derajat kelangsungan hidup 99,1%; laju pertumbuhan mutlak biomassa 3,48 g/hari; dan rasio konversi pakan 3,5), meminimalkan tingkat konsumsi oksigen (0,36 mg  $\text{O}_2$ /g/jam) dan menurunkan tingkat kerja osmotik (0,22 mOsm/L  $\text{H}_2\text{O}$ ).

### DAFTAR PUSTAKA

- Affandi R. 2005. Strategi pemanfaatan sumberdaya ikan sidat *Anguilla* sp. di Indonesia. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 5: 77–81.
- Arjona FJ, Chacoff LV, Jarabo IR, Concalves O, Pascoa I, Rio MD, Mancera JM. 2009. Tertiary stress responses in Senegalese sole *Solea senegalensis* Kaup, 1858 to osmotic challenge: implications for osmoregulation, energy metabolism and growth. *Aquaculture* 28: 419–426.
- Cheng WC, Liu H, Kuo CM. 2006. Effect of dissolved oxygen on hemolymph parameters of freshwater giant prawn *Marcobrachium rosenbergii* de Man. *Aquaculture* 220: 843–856.
- Darwisito S, Junior MZ, Sjafei DS, Manalu W, Sudrajat AO. 2008. Pemberian pakan mengandung vitamin E dan minyak ikan pada induk untuk memperbaiki kualitas telur dan larva ikan nila *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 7: 1–10.
- Dewi YS, Masithoh M. 2013. Efektivitas teknik biofiltrasi dengan media *bioball* terhadap penurunan kadar nitrogen total. *Jurnal Limit's* 9: 45–53.
- Fontagné S, Silva N, Bazin D, Ramos A, Aguirre P, Surget A, Abrantes A, Kaushik JS, Power MB. 2009. Effects of dietary phosphorus and calcium level on growth and skeletal development in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* fry. *Aquaculture* 297: 141–150.
- FAO [Food and Agriculture Organization]. 2014. Globefish Research Programme, Eel *Anguilla* spp.: Production and Trade. Rome, Italia: FAO Fishstat Plus.
- Gracia LA, Rosas VC, Brito PR. 2006. Effects of salinity on physiological conditions in juvenile common snook *Centropomus undecimalis*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 145: 340–345.
- Hadie LE, Hadie W, Prihadi TH. 2009. Efektivitas mineral kalsium terhadap pertumbuhan yuwana udang galah *Macrobrachium rosenbergii*. *Jurnal Riset Akuakultur* 4: 65–72.
- Hastuti YP, Djokosetyanto D, Permatasari I. 2012. Penambahan kapur CaO pada media bersalinitas untuk pertumbuhan benih ikan patin *Pangasius hypophthalmus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 11: 168–178.
- Kaligis E, Djokosetyanto D, Affandi R. 2009. Pengaruh penambahan kalsium dan salinitas aklimatisasi terhadap peningkatan sintasan pascalarva udang vaname *Litopenaeus vannamei* Boone. *Jurnal Kelautan Nasional* 2: 101–108.
- KKP [Kementerian Kelautan dan Perikanan]. 2011. Panduan Budidaya Ikan Sidat. Jakarta, Indonesia: Pusat penyuluhan kelautan dan perikanan, KKP RI.
- Liao C, Huang H. 1975. Studies on the respiration of economic prawns in Taiwan, Oxygen consumption and lethal dissolved oxygen of egg up to young prawns of *Penaeus monodon* Fab. *Journal Fish Science* 4: 33–50.
- Lignot H, Spanings Pierrot C, Charmantier G. 2000. Osmoregulatory capacity as a tool in monitoring the physiological condition and the effect of stress in crustaceans. *Aquaculture* 191: 209–245.
- Muliani, Djokosetyanto D, Budiardi T. 2013. Sintasan dan pertumbuhan ikan patin siam *Pangasianodon hypophthalmus* akibat respons fisiologis yang berbeda pada berbagai tingkat kalsium media. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia* 1: 1–12.
- Nirmala K, Wulandari R, Djokosetyanto D. 2005. Pengaruh kesadahan pada media budidaya bersalinitas 3 ppt terhadap laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan barbir *Barbus*

- conchoni*us Hamilton-buchanan. Jurnal Akuakultur Indonesia 4: 17–24.
- Nurhidayat, Nirmala K, Djokosetyanto D. 2012. Efektivitas kinerja media biofilter dalam sistem resirkulasi terhadap kualitas air untuk pertumbuhan dan sintasan ikan *red rainbow* *Glossolepis incisus* Weber. Jurnal Riset Akuakultur 7: 89–96.
- Supriyono E, Supendi A, Nirmala K. 2007. Pemanfaatan zeolit dan karbon aktif pada sistem pengepakan ikan corydoras *Corydoras aenus*. Jurnal Akuakultur Indonesia 6: 135–145.
- Taqwa FH, Sasanti AD, Haramain K, Kusriani E, Gaffar AK. 2014. Penambahan kalsium pada air rawa sebagai pengencer salinitas media pemeliharaan pascalarva udang galah terhadap sintasan, tingkat kerja osmotik, dan konsumsi oksigen. Jurnal Riset Akuakultur 9: 229–236.
- Zaidy AB, Affandi R, Kiranadi B, Praptokardiyo K, Manalu W. 2008. Pendayagunaan kalsium media perairan dalam proses ganti kulit dan konsekuensinya bagi pertumbuhan udang galah *Macrobrachium rosenbergii* de Man. Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia 15: 117–125.