

## Kinerja pertumbuhan *Anguilla bicolor bicolor* bobot awal 3 g dengan kepadatan berbeda

### Growth performance of 3-g *Anguilla bicolor bicolor* at different density

Sufal Diansyah<sup>1</sup>, Tatag Budiardi<sup>2\*</sup>, Agus Oman Sudrajat<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Teuku Umar  
Jalan Kampus Alue Peunyareng, Meureubo Meulaboh, Aceh Barat, Aceh 23615

<sup>2</sup>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 was carried out to evaluate growth performance of eel (*Anguilla bicolor bicolor*) at the density of 2 g/L, 3 g/L, and 4 g/L in the recirculation system. The experimental design used was completely randomized design with three replications. The eel used for this study was *Anguilla bicolor bicolor* at stadia elver with average body weight of 3 g/fish. Fish were reared for 60 days. Analysis of the blood profile and blood glucose level were done every ten days, while cortisol measurement was performed three times on the day-0, 30, and 60. Results showed that stocking density affected biomass growth. The best stocking density was 4 g/L with the growth of 10.62 g biomass/day, the specific growth of 1.47%, 1.16 feed conversion, and survival of 96.24%. All treatments did not give significant effect on the blood glucose and cortisol level.

Keywords: elver, stocking density, growth, stress response, recirculation system

#### ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja pertumbuhan ikan sidat (*Anguilla bicolor bicolor*) dengan padat tebar 2 g/L, 3 g/L, dan 4 g/L dalam sistem resirkulasi. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan tiga ulangan. Ikan sidat yang digunakan adalah spesies *Anguilla bicolor bicolor* stadia elver dengan bobot rata-rata 3±1 g/ekor. Pemeliharaan dilakukan selama 60 hari. Analisis gambaran darah dan glukosa darah dilakukan setiap sepuluh hari sekali, sedangkan pengukuran kortisol dilakukan sebanyak tiga kali yaitu pada hari ke-0, 30, dan 60. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan padat tebar berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan biomassa. Padat tebar terbaik adalah 4 g/L dengan laju pertumbuhan biomassa 10,62 g/hari, laju pertumbuhan spesifik 1,47%, konversi pakan 1,16, dan sintasan 96,24%. Semua perlakuan padat tebar tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar glukosa darah dan kortisol.

Kata kunci : elver, padat tebar, pertumbuhan, respons stres, sistem resirkulasi

#### PENDAHULUAN

Ikan sidat *Anguilla bicolor bicolor* merupakan salah satu komoditas perikanan yang bernilai ekonomis tinggi. Ikan sidat digemari di pasar internasional, seperti Jepang, Hongkong, Italia, Jerman, dan beberapa negara lain (Affandi, 2005). Negara konsumen terbesar ikan sidat adalah Jepang yang mengkonsumsi ikan sidat sekitar 120.000 ton setiap tahunnya, sedangkan produksi dalam negerinya hanya kurang dari 18%. Jepang mengimpor sidat dari China dan Taiwan, dengan demikian Indonesia berpotensi besar untuk mengeksport ikan sidat.

Indonesia memiliki potensi elver sidat yang melimpah, tetapi sampai saat ini pemanfaatannya untuk budidaya masih sangat rendah. Selama ini elver yang melimpah diekspor dan dibudidayakan di luar negeri, sedangkan pemanfaatan potensi elver sidat untuk budidaya masih sangat rendah. Hal ini terjadi karena para pembudidaya di Indonesia masih kurang pengetahuan tentang sistem dan teknologi budidaya sidat. Oleh karena itu teknologi budidaya sidat perlu dikembangkan sehingga potensi elver sidat dapat dimanfaatkan secara optimal. Salah satu langkah untuk meningkatkan produksi budidaya sidat yaitu dengan meningkatkan padat tebar.

Padat tebar merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi sintasan, pertumbuhan dan produksi. Penentuan nilai optimal padat tebar merupakan prasyarat untuk menjamin sintasan dan produksi. Performa produksi juga harus memperhatikan faktor-faktor lain seperti kenyamanan ikan, stres dan kesehatan. Oleh karena itu, perlu diuji efek padat tebar terhadap kekebalan tubuh dan fisiologis ikan (Leiton *et al.*, 2010).

Peningkatan kepadatan ikan menimbulkan kompetisi dalam mendapatkan oksigen, pakan, serta ruang gerak, sehingga akan mempengaruhi kondisi fisiologis ikan. Kepadatan yang tinggi meningkatkan buangan metabolik dari ikan sehingga mempengaruhi kualitas air dan pada akhirnya berpengaruh terhadap kinerja produksi. Dengan demikian, peningkatan kepadatan harus diikuti peningkatan pengelolaan kualitas air. Salah satu cara meningkatkan pengelolaan kualitas air media budidaya yaitu dengan sistem resirkulasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja produksi ikan sidat dengan padat tebar 2 g/L, 3 g/L, dan 4 g/L pada sistem resirkulasi melalui kajian respons fisiologis. Hasil penelitian dapat dijadikan dasar dalam sistem dan teknologi budidaya ikan sidat guna mendukung hasil produksi yang lebih baik.

## BAHAN DAN METODE

### Rancangan percobaan

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan padat tebar dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Perlakuan tersebut adalah pemeliharaan benih sidat berukuran 3 g dengan padat penebaran 2 g/L, 3 g/L, 4 g/L.

### Prosedur penelitian

Ikan sidat yang digunakan dalam penelitian ini memiliki bobot awal  $3 \pm 1$  g/ekor yang berasal dari pembudidaya ikan sidat di Cimanggu, Bogor, Jawa Barat. Benih diaklimatisasi selama 30 menit sebelum ditebar. Penebaran dilakukan setelah empat hari stabilisasi sistem resirkulasi. Ikan dipelihara selama 60 hari. Wadah pemeliharaan berupa sembilan unit akuarium bersekat untuk sistem resirkulasi. Sekat ini berfungsi memisahkan bagian filter dan bagian pemeliharaan. Ukuran akuarium yang digunakan adalah  $90 \times 50 \times 40$  cm<sup>3</sup>, dengan bagian *filter*  $10 \times 50 \times 40$  cm<sup>3</sup> dan bagian

pemeliharaan adalah  $80 \times 50 \times 30$  cm<sup>3</sup>. Volume air yang digunakan untuk pemeliharaan sebanyak 120 L dan dilakukan pergantian air 20% setiap hari. Pakan yang diberikan berupa pelet untuk ikan kerapu berkadar protein 45% yang bersifat pelet tenggelam (*slow sinking*). Pakan diberikan 2,5–3% biomassa/hari dengan frekuensi pemberian pakan empat kali sehari, yaitu pada pukul 05.00, 11.00, 16.00, dan 21.00 WIB.

### Parameter uji

Parameter yang diuji selama penelitian meliputi parameter biologi yang terdiri atas sintasan, laju pertumbuhan spesifik, laju pertumbuhan biomassa, rasio konversi pakan, gambaran darah, kadar glukosa darah, dan kadar kortisol, serta parameter kualitas air yang meliputi suhu, pH, DO (*dissolved oxygen*), alkalinitas, amonia, dan nitrit. *Sampling* bobot dilakukan setiap sepuluh hari dan sintasan dihitung pada akhir penelitian. Analisis gambaran dan glukosa darah dilakukan setiap sepuluh hari, sedangkan pengukuran kortisol dilakukan tiga kali, yaitu pada hari ke-0, 30, 60. Pengukuran suhu dan pH dilakukan setiap hari pada pagi dan sore, sedangkan DO, alkalinitas, amonia, dan nitrit diukur setiap sepuluh hari.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### *Sintasan*

Sintasan ikan sidat yang dipelihara dengan perlakuan padat tebar 2 g/L, 3 g/L, 4 g/L berturut-turut sebesar 96,56%; 96,10%; dan 96,24% (Tabel 1). Hasil analisis statistik menunjukkan perbedaan padat tebar ikan sidat tidak berpengaruh nyata terhadap sintasan ( $P > 0,05$ ).

#### *Laju pertumbuhan spesifik*

Laju pertumbuhan bobot spesifik setiap perlakuan tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $P > 0,05$ ). Berdasarkan Tabel 1, laju pertumbuhan spesifik ikan sidat yang dipelihara dengan perlakuan padat tebar 2 g/L, 3 g/L, dan 4 g/L berturut-turut sebesar 1,22%, 1,49%, dan 1,47%.

#### *Laju pertumbuhan biomassa*

Laju pertumbuhan biomassa tertinggi (10,62 g/hari) terdapat pada perlakuan padat tebar 4 g/L dan laju pertumbuhan biomassa terendah (10,62 g/hari) terdapat pada perlakuan 2 g/L (Tabel 1). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa

perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap laju pertumbuhan biomassa elver ikan sidat ( $P < 0,05$ ).

#### Konversi pakan

Nilai konversi pakan setiap perlakuan tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $P > 0,05$ ). Berdasarkan Tabel 1, konversi pakan ikan sidat yang dipelihara dengan padat tebar 2 g/L, 3 g/L, 4 g/L berturut-turut sebesar 1,52; 1,12; dan 1,16 (Tabel 1).

#### Koefisien keragaman

Nilai koefisien keragaman setiap perlakuan tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $P > 0,05$ ). Berdasarkan Tabel 1, koefisien keragaman ikan sidat yang dipelihara dengan padat tebar 2 g/L, 3 g/L, dan 4 g/L berturut-turut sebesar 12,56 %; 17,43 %; dan 15,04 % (Tabel 1).

#### Respons stres

Respons stres elver ikan sidat (*Anguilla bicolor bicolor*) dengan perlakuan padat tebar 2 g/L, 3 g/L, dan 4 g/L ditunjukkan dengan hasil dari beberapa parameter gambaran darah, glukosa darah, dan kadar kortisol (Tabel 2). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap semua parameter gambaran darah, glukosa darah, dan kortisol ( $P < 0,05$ ).

#### Kualitas air

Parameter kualitas air yang diukur dalam penelitian ini meliputi suhu, pH, DO, amonia, nitrit, dan alkalinitas. Data kualitas air selama penelitian berada pada kisaran optimal untuk sintasan dan pertumbuhan (Tabel 3). Data kualitas air selama penelitian berada pada kisaran yang sesuai dengan kriteria pemeliharaan elver ikan sidat. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan pemeliharaan termasuk pada kategori layak sehingga tidak berdampak negatif terhadap

ikan uji. Kualitas air memegang peranan penting sebagai media tempat hidup ikan peliharaan dan menentukan keberhasilan suatu usaha budidaya.

#### Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan padat tebar yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap semua parameter produksi (Tabel 1). Sintasan ikan merupakan salah satu parameter yang menunjukkan keberhasilan dalam sebuah usaha budidaya. Berdasarkan Tabel 1, perlakuan padat tebar berbeda tidak memberi pengaruh yang nyata terhadap sintasan elver sidat. Selama 60 hari masa pemeliharaan, kematian yang terjadi pada setiap perlakuan relatif kecil. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan padat tebar tidak mengganggu proses fisiologis dan tingkah laku ikan terhadap ruang gerak, serta tidak menurunkan kondisi kesehatan sehingga tidak memberikan dampak negatif terhadap sintasan elver sidat. Selain itu ikan sidat di alam hidup bergerombol, cenderung berada di dasar perairan dan bersembunyi di dalam lubang (Burgerhout *et al.*, 2013). Tingkah laku ini mencerminkan elver sidat yang dipelihara masih mampu beradaptasi dengan kepadatan tinggi.

Peningkatan padat tebar ikan belum tentu menurunkan sintasan, walaupun kecenderungan jika makin meningkat padat tebar ikan maka sintasan akan semakin kecil. Sintasan ikan ditentukan oleh beberapa faktor, di antaranya kualitas air meliputi suhu, kadar amonia, dan nitrit, oksigen yang terlarut, dan tingkat keasaman (pH) perairan, serta rasio antara jumlah pakan dengan kepadatan. Apabila faktor-faktor tersebut masih bisa ditolerir oleh ikan peliharaan maka tidak akan berdampak negatif terhadap sintasannya. Kualitas air selama penelitian masih berada pada kisaran normal yang sesuai dengan pemeliharaan ikan sidat (Tabel 3). Dengan demikian, peningkatan padat tebar hingga 4 g/L masih mendukung sintasan ikan sidat.

Tabel 1. Parameter produksi elver ikan sidat yang dipelihara selama 60 hari pada padat tebar berbeda menggunakan sistem resirkulasi

Parameter Produksi	Perlakuan (g/L)		
	2	3	4
Sintasan (%)	96,56±4,53a	96,10±3,55a	96,24±3,74a
Laju pertumbuhan spesifik (%)	1,22±0,13a	1,49±0,14a	1,47±0,19a
Laju pertumbuhan biomassa (g/hari)	4,06±0,67a	8,11±1,82b	10,62±1,81b
Konversi pakan	1,52±0,26a	1,12±0,18a	1,16±0,20a
Koefisien keragaman	12,56±0,62a	17,43±1,79a	15,04±4,09a

Keterangan: angka-angka pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ).

Tabel 2. Gambaran darah *elver* sidat yang dipelihara selama 60 hari pada padat tebar berbeda

Gambaran darah	Perlakuan (g/L)		
	2	3	4
Kadar kortisol ( $\mu\text{g/dL}$ )	56,17 $\pm$ 20,78a	33,38 $\pm$ 26,73a	28,79 $\pm$ 23,33a
Glukosa darah (mg/dL)	30,98 $\pm$ 12,01a	27,96 $\pm$ 10,12a	30,42 $\pm$ 14,53a
Hemoglobin (g/100 mL)	4,58 $\pm$ 0,54a	3,71 $\pm$ 0,47a	3,97 $\pm$ 0,24a
Hematokrit (%)	13,02 $\pm$ 1,28a	9,42 $\pm$ 0,46a	12,48 $\pm$ 3,1a
Sel darah merah (sel/mm <sup>3</sup> )	1,21x10 <sup>6</sup> $\pm$ 1,60a	1,01x10 <sup>6</sup> $\pm$ 1,07a	1,13 x10 <sup>6</sup> $\pm$ 1,89a
Sel darah putih (sel/mm <sup>3</sup> )	2,64x10 <sup>4</sup> $\pm$ 2,31a	2,3 x10 <sup>4</sup> $\pm$ 6,83a	2,67 x10 <sup>4</sup> $\pm$ 1,97a
Monosit (%)	6,37 $\pm$ 0,33a	5,38 $\pm$ 0,71a	5,52 $\pm$ 0,35a
Limfosit (%)	74,07 $\pm$ 2,36a	75,62 $\pm$ 2,51a	71,62 $\pm$ 7,25a
Neutrofil (%)	4,19 $\pm$ 1,48a	4,33 $\pm$ 2,12a	4,14 $\pm$ 0,62a

Keterangan: angka-angka pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ).

Tabel 3. Kisaran kualitas air (suhu, pH, DO, amonia, nitrit dan alkalinitas) yang dipelihara selama 60 hari pada padat tebar yang berbeda

Parameter	Padat tebar			Kisaran optimal
	2 g/L	3 g/L	4 g/L	
Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	27–31	27–31	27–29	23–26 (EA, 2010)
pH	6,8–8	6,8–7,6	6,8–8	5,0–8,0 (EA, 2010)
DO ( <i>dissolved oxygen</i> ; mg/L)	4,7–8,5	4,1–8,4	4,5–8,6	>2 (EA, 2010)
Amonia (mg/L)	0,0078–0,0384	0,0064–0,0359	0,0125–0,0946	<0,5 (EA, 2010)
Nitrit (mg/L)	0,007–0,192	0,008–0,204	0,016–0,538	<1 (Gutierrez-Estrada, 2004)
Alkalinitas (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	112–200	80–176	80–176	30–500 (Bhatnagar & Devi, 2013)

Keterangan: angka-angka pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ).

Pertumbuhan merupakan salah satu parameter penting di dalam budidaya ikan untuk mengetahui perubahan ukuran ikan baik bobot, panjang maupun volume dalam laju perubahan waktu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dengan padat tebar yang berbeda tidak memberi pengaruh yang nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik (Tabel 1). Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan padat tebar hingga 4 g/L tidak memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan *elver* ikan sidat.

Pertumbuhan biomassa merupakan selisih antara biomassa akhir dengan biomassa awal terhadap waktu pemeliharaan. Pertumbuhan biomassa tertinggi (10,62 g/hari) terdapat pada perlakuan padat tebar 4 g/L dan laju pertumbuhan terendah (4,06 g/hari) terdapat pada perlakuan padat tebar 2 g/L. Hal ini menunjukkan bahwa pemeliharaan pada padat tebar 4 g/L lebih efisien dan menguntungkan karena menghasilkan *elver* dalam jumlah yang lebih besar. Pertumbuhan biomassa berkaitan erat dengan efisiensi ekonomi

karena produk akhir yang dihasilkan adalah jumlah ikan sidat dalam kg.

Selama masa pemeliharaan *elver* sidat dapat tumbuh dengan baik karena dipengaruhi oleh beberapa faktor, yakni ketersediaan makanan yang cukup dan kemampuan memanfaatkan makanan dengan baik, kualitas air berada pada kisaran normal untuk pertumbuhan ikan, dan tidak adanya gangguan patogen yang dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan. Hal ini didukung oleh Putra *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa pertumbuhan dapat dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas pakan, dan kualitas air.

Konversi pakan (KP) merupakan salah satu parameter yang harus diperhatikan dalam kegiatan budidaya. Hal ini berhubungan dengan pertumbuhan dan perkembangan ikan selama pemeliharaan. Menurut Sawhney dan Gandotra (2010) konversi pakan adalah suatu ukuran yang menyatakan rasio jumlah pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu kg ikan kultur. Nilai KP sangat penting diperhatikan karena seringkali

dijadikan indikator kinerja teknis dalam mengevaluasi suatu usaha akuakultur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan padat tebar sampai 4 g/L tidak memberi pengaruh nyata terhadap nilai KP elver sidat (Tabel 1). Hal ini mencerminkan bahwa pada kepadatan sampai 4 g/L elver sidat masih memberikan respons yang baik terhadap nilai KP menjadi daging. Respons makan ikan sidat pada padat tebar yang tinggi menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan padat tebar yang rendah karena ikan sidat lebih kompak mengonsumsi pakan dalam jumlah gerombolan yang besar sesuai dengan kebiasaan hidupnya di alam yang bergerombol (*schooling*).

Koefisien keragaman bobot menunjukkan besarnya variasi ukuran ikan dalam pemeliharaan. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan padat tebar berbeda tidak memberi pengaruh nyata terhadap nilai koefisien keragaman bobot elver sidat. Hal ini mencerminkan bahwa peningkatan padat tebar hingga 4 g/L tidak mempengaruhi variasi ukuran sidat dalam pemeliharaan. Nilai koefisien keragaman bobot sangat penting diperhatikan dalam sebuah usaha budidaya karena keragaman ukuran ikan dapat mempengaruhi persaingan dalam memperoleh makanan, selain itu juga dapat mempengaruhi harga jual ikan. Hal ini didukung oleh Budiardi *et al.* (2007) ukuran yang seragam akan mengurangi tingkat kompetisi pakan dan dominansi ikan dalam mendapatkan ruang, pakan, dan oksigen. Semakin kecil nilai koefisien keseragamannya, semakin baik kualitas ikan yang dihasilkan dan semakin tinggi nilai jualnya.

Gambaran darah suatu organisme dapat digunakan untuk mengetahui kondisi kesehatan yang sedang dialami oleh organisme tersebut. Penyimpangan fisiologis ikan akan menyebabkan komponen-komponen darah juga mengalami perubahan. Perubahan gambaran darah dan kimia darah, baik secara kualitatif maupun kuantitatif, dapat menentukan kondisi kesehatannya. Respons stres ikan sidat pada penelitian ini dapat dilihat dari data analisis gambaran darah, glukosa darah, dan kadar kortisol. Hal ini didukung oleh Caruso *et al.* (2005) yang menyatakan bahwa pemeriksaan komponen darah dapat digunakan untuk mengetahui kondisi status kesehatan ikan, mengevaluasi pertahanan nonspesifik pada spesies ikan yang berbeda dan mengetahui pengaruh stres terhadap kesehatan ikan.

Kadar hemoglobin secara statistik tidak berbeda nyata antarperlakuan (Tabel 2),

sehingga peningkatan padat tebar hingga 4 g/L tidak mempengaruhi kadar hemoglobin elver sidat. Kadar hemoglobin pada penelitian ini berkisar antara 3,71 sampai dengan 4,58 g/100 mL. Kondisi ini diduga karena jumlah oksigen terlarut dan parameter kualitas air lainnya pada setiap perlakuan masih berada pada kisaran optimal, sehingga tidak mempengaruhi kadar hemoglobin ikan sidat yang diteliti. Hemoglobin dalam darah merupakan alat transportasi oksigen, karbondioksida, dan makanan ke seluruh bagian tubuh. Kemampuan mengangkut ini bergantung pada jumlah hemoglobin, apabila kadar hemoglobin meningkat maka asupan makanan dan oksigen dalam darah dapat diedarkan ke seluruh jaringan tubuh ikan yang pada akhirnya akan menunjang kehidupan dan pertumbuhan ikan (Siregar *et al.*, 2009). Adanya penurunan kadar haemoglobin dapat dijadikan petunjuk rendahnya kandungan protein pakan, defisiensi vitamin atau ikan mendapatkan infeksi. Peningkatan jumlah hemoglobin menyebabkan ikan stres. Semakin rendah kadar hemoglobin yang dimiliki, maka semakin kecil kemampuan untuk mengangkut oksigen ke dalam tubuh dan dapat menyebabkan ikan mudah terinfeksi penyakit.

Hematokrit merupakan perbandingan antara volume sel darah dan plasma darah. Kadar hematokrit secara statistik tidak berbeda nyata antarperlakuan (Tabel 2). Hal ini mencerminkan bahwa peningkatan padat tebar hingga 4 g/L tidak memberikan dampak negatif terhadap kadar hematokrit elver sidat yang dipelihara. Hasil pemeriksaan kadar hematokrit dapat dijadikan sebagai salah satu patokan untuk menentukan kondisi kesehatan ikan. Rendahnya hematokrit juga dapat menunjukkan terjadinya kontaminasi, ikan kekurangan makan, kandungan protein pakan rendah, kekurangan vitamin, atau terjadi infeksi. Hematokrit yang tinggi dapat menunjukkan juga adanya kontaminan, adanya masalah osmolaritas dan stres (Hastuti, 2007).

Sel darah merah atau eritrosit merupakan sel yang paling banyak jumlahnya. Menurut Gbore *et al.* (2006), tingginya jumlah eritrosit menandakan ikan dalam keadaan stres. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan padat tebar berbeda tidak memberi pengaruh nyata terhadap jumlah sel darah merah. Jumlah sel darah merah pada penelitian ini berkisar antara  $1,01-1,13 \times 10^6$ . Menurut Sahan *et al.* (2007) jumlah eritrosit ikan sidat adalah  $1,2-1,3 \times 10^6$  sel/ $\text{mm}^3$ . Hal ini menunjukkan bahwa jumlah eritrosit elver ikan sidat pada setiap perlakuan tidak

mengindikasikan stres karena masih berada pada kisaran normal.

Leukosit merupakan salah satu komponen sel darah yang berfungsi sebagai pertahanan nonspesifik yang akan melokalisasi dan mengeleminasi patogen. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan padat tebar berbeda tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah leukosit (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan padat tebar hingga 4 g/L tidak berdampak pada peningkatan kadar leukosit dalam darah. Kadar leukosit dapat dijadikan sebagai indikator stres dan adanya serangan penyakit pada ikan. Leukosit akan meningkat jumlahnya seiring dengan meningkatnya infeksi yang disebabkan oleh virus, bakteri, fungi, dan penurunan kualitas air (Paulo *et al.*, 2009).

Leukosit terdiri atas sel limfosit, monosit, dan neutrofil. Monosit merupakan parameter mononuklear yang berhubungan dengan sistem imun nonspesifik yang bekerja sama dengan komponen imun lainnya seperti neutrofil, limfosit, interleukin, sel mast, dan makrofag (Lv-yun *et al.*, 2013). Hasil analisis statistik menunjukkan jumlah monosit pada setiap perlakuan tidak berbeda nyata (Tabel 2). Nilai monosit menggambarkan kerja sistem fagositik yang berperan sebagai makrofag dalam memfagositik partikel asing yang masuk ke dalam jaringan. Limfosit merupakan sel yang berfungsi mengenali berbagai antigen, baik intraseluler maupun ekstraseluler. Sel ini sangat berperan dalam sistem imun spesifik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai limfosit mengalami penurunan pada perlakuan padat tebar 4 g/L. Hal ini mencerminkan bahwa pada kepadatan yang tinggi ikan melakukan pertahanan spesifik dengan menggunakan komponen monosit sehingga jumlah limfosit relatif berkurang. Namun demikian secara statistik nilai limfosit pada setiap perlakuan tidak berbeda nyata. Jumlah limfosit lebih banyak daripada monosit maupun neutrofil, karena limfosit merupakan penghasil antibodi untuk kekebalan tubuh.

Neutrofil berhubungan dengan pertahanan tubuh terhadap infeksi bakteri dan proses peradangan kecil lainnya, serta menjadi sel yang pertama hadir ketika terjadi infeksi di suatu tempat. Neutrofil menyerang patogen dengan serangan respiratori menggunakan berbagai macam substansi beracun yang mengandung bahan pengoksidasi kuat dengan sifat fagositik yang mirip dengan makrofaga. Nilai neutrofil elver sidat antarperlakuan tidak menunjukkan adanya

perbedaan yang nyata (Tabel 2). Kadar neutrofil pada penelitian ini berkisar antara 4,14 % sampai dengan 4,19 %. Rendahnya persentase neutrofil dibandingkan dengan jenis sel darah putih yang lain dikarenakan neutrofil umumnya lebih banyak ditemukan dan terakumulasi pada daerah infeksi mengingat bahwa neutrofil bergerak aktif menuju daerah terinfeksi pada saat terjadi luka. Elver ikan sidat pada setiap perlakuan selama masa penelitian tidak menunjukkan gejala serangan dari patogen maupun virus sehingga persentase neutrofil berada pada kisaran normal.

Terjadinya peningkatan atau penurunan kadar glukosa di dalam plasma mengindikasikan bahwa ikan mengalami stres. Salah satu indikasi ikan stres adalah meningkatnya kadar glukosa dalam plasma. Konsentrasi glukosa dalam plasma yang beredar tergantung pada produksi glukosa dan cepatnya hilang dalam peredaran darah. Kadar glukosa darah antarperlakuan tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (Tabel 2). Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan padat tebar hingga 4 g/L tidak menyebabkan elver ikan sidat dalam keadaan stres. Hal ini diduga karena di alam ikan sidat hidup secara berkelompok (*schooling*). Sifat sidat yang hidup berkelompok dapat diasumsikan bahwa sidat membutuhkan jumlah individu yang lebih banyak dalam sebuah wadah budidaya untuk mendukung kebiasaan hidupnya seperti di alam, dalam hal ini kepadatan yang dimaksud masih dapat ditolerir dan tidak mempengaruhi pertumbuhan ikan. Alasan ini sesuai dengan hasil pengamatan secara visual selama masa pemeliharaan, yaitu elver ikan sidat yang dipelihara pada kepadatan tinggi lebih aktif dan kompak saat diberi pakan dibandingkan dengan elver sidat yang dipelihara pada kepadatan yang lebih rendah.

Berdasarkan Tabel 2 kadar kortisol antarperlakuan tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata. Akan tetapi, terdapat kecenderungan adanya penurunan kadar kortisol seiring meningkatnya kepadatan. Hal ini mencerminkan bahwa elver ikan sidat yang dipelihara pada kepadatan rendah cenderung mengalami stres dibandingkan pada kepadatan tinggi. Meningkatnya kadar kortisol ikan mengindikasikan tingginya tingkat stres yang dialami ikan (Jentoft *et al.*, 2005). Beberapa penelitian menggunakan kadar kortisol dan glukosa sebagai indikator stres pada ikan, Jentoft *et al.* (2005) menyatakan bahwa kadar kortisol dan glukosa ikan *Eurasian perch* dan *rainbow trout* meningkat setelah diuji dengan stres penanganan

(*handling stress*). Syawal *et al.* (2011) menyatakan bahwa suhu mempengaruhi kondisi fisiologis ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang ditandai dengan peningkatan kadar kortisol dan glukosa pada suhu media pemeliharaan yang berbeda.

Kualitas air selama penelitian berada pada kisaran yang sesuai dengan kriteria pemeliharaan elver ikan sidat. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan pemeliharaan termasuk pada kategori layak sehingga tidak berdampak negatif terhadap ikan uji. Kualitas air memegang peranan penting sebagai media tempat hidup ikan peliharaan dan menentukan keberhasilan suatu usaha budidaya. Peningkatan padat tebar hingga 4 g/L tidak memberi dampak negatif terhadap seluruh parameter produksi maupun parameter respons stres. Dengan demikian, kondisi kualitas air dan padat tebar masih mendukung kenyamanan hidup dan pertumbuhan ikan sidat yang diteliti.

Kualitas air selama penelitian ikan sidat ini terjaga karena adanya sistem resirkulasi yang digunakan. Sistem resirkulasi adalah suatu wadah pemeliharaan ikan yang menggunakan sistem perputaran air, yang mengalirkan air dari wadah pemeliharaan ikan ke wadah filter (*treatment*), lalu dialirkan kembali ke wadah pemeliharaan. Sistem resirkulasi ini berfungsi untuk membantu keseimbangan biologis dalam air, menjaga kestabilan suhu, membantu distribusi oksigen serta menjaga akumulasi atau mengumpulkan hasil metabolit beracun sehingga kadar atau daya racun dapat ditekan (Akinwole & Faturoti, 2001). Komponen sistem resirkulasi yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas filter biologi, filter fisik dan filter kimia. Filter biologi terdiri atas pecahan karang dan *bioball* yang dapat berfungsi sebagai tempat berlangsungnya nitrifikasi dari amonia menjadi nitrit yang selanjutnya diubah menjadi nitrat. Filter fisik berupa kapas sintesis yang berfungsi untuk menyaring partikel partikel yang tersuspensi di dalam air. Filter kimia terdiri atas zeolit dan karbon aktif yang berfungsi untuk menyerap amonia. Dengan demikian, penggunaan sistem resirkulasi ini diharapkan dapat meningkatkan hasil produksi karena dengan kualitas air yang optimal dapat meningkatkan pertumbuhan ikan.

## KESIMPULAN

Peningkatan padat tebar hingga 4 g/L memberikan kinerja pertumbuhan tertinggi pada ikan sidat. Padat penebaran tersebut tidak menimbulkan respons stres pada ikan sidat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Affandi R. 2005. Strategi pemanfaatan sumberdaya ikan sidat *Anguilla* sp. di Indonesia. Jurnal Iktiologi Indonesia 5: 77–81.
- Akinwole AO, Faturoti EO. 2007. Biological performance of African Catfish *Clarias gariepinus* cultured in recirculating system in Ibadan. Aquacultural Engineering 36: 18–23.
- Bhatnagar A, Devi P. 2013. Water quality guidelines for the management of pond fish culture. International Journal of Environmental Sciences 3: 1.980–2.009.
- Budiardi T, Gemawaty N, Wahjuningrum D. 2007. Produksi ikan neon tetra *Paracheirodon innesi* ukuran L pada padat tebar 20, 40 dan 60 ekor/L dalam sistem resirkulasi. Jurnal Akuakultur Indonesia, 6: 211–215.
- Burgerhout E, Tudorache C, Brittijn SA, Palstrac AP, Dirksa RP, Van den Thillarta GEEJM. 2013. Schooling reduces energy consumption in swimming male European eels *Anguilla anguilla* L. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 448: 66–71.
- Caruso G, Genovese L, Maricchiolo G, Modica A. 2005. Haematological, biochemical and immunological parameters as stress indicators in *Dicentrarchus labrax* and *Sparus aurata* farmed in off-shore cages. Aquaculture International 13: 67–73.
- [EA] Environment Agency. 2010. Stocking European Eels *Anguilla anguilla*. Bristol: Environment Agency Horizon House.
- Gbore FA, Oginni AM, Adewole, Aladetan JO. 2006. The effect of transportation and handling stress on hematology and plasma biochemistry in fingerlings of *Clarias gariepinus* and *Tilapia zilli*. World Journal of Agricultural Science 2: 208–212.
- Gutiérrez-Estrada JC, de Pedro-Sanz E, López-Luque R, Pulido-Calvo I. 2004. Comparison between traditional methods and artificial neural networks for ammonia concentration forecasting in an eel *Anguilla anguilla* L. intensive rearing system. Aquacultural Engineering 31: 183–203.
- Hastuti SD. 2007. Evaluasi pertahanan nonspesifik ikan nila GIFT *Oreochromis* sp. yang diinjeksi dengan LPS (lipopolysaccharides) *Aeromonas hydrophilla*. Jurnal Protein 14: 79–84.
- Jentoft S, Aastveit AH, Torjesen PA, Andersen Ø. 2005. Effects of stress on growth, cortisol and glucose levels in non-domesticated Eurasian perch *Perca fluviatilis* and domesticated

- rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology 141: 353–358.
- Leiton ES, Anguis V, Antonio BM, Crespo D, Planas JV, Infante C, Canavate JP, Machado M. 2010. Effects of stocking density and feed ration on growth and gene expression in the Senegalese sole *Solea senegalensis*: Potential effects on the immune response. *Fish and Shellfish Immunology* 28: 296–302.
- Ly-yun Zhu, Li Nie, Guan Zhu, Li-xin Xiang, Jian-zhong Shao. 2013. Advances in research of fish immune-relevant genes: A comparative overview of innate and adaptive immunity in teleost. *Developmental and Comparative Immunology* 39: 39–62.
- Paulo CFC, Pedro HSK, Elaine A, Correia S, Bernardo B. 2009. Transport of *Jundia rhamdia* juveniles at different loading densities: water quality and blood parameters. *Journal Neotropical Ichthyology*, 7: 283–288.
- Putra I, Setiyanto DD, Wahjuningrum D. 2011. Pertumbuhan dan sintasan ikan nila *Oreochromis niloticus* dalam sistem resirkulasi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 16: 56–63.
- Sahan A, Altun T, Cevik F, Cengizler I, Nevsat E, Ercument Genc. 2007. Comparative study of some haematological parameters in European Eel *Anguilla anguilla* L. (1758) caught from different regions of Ceyhan river (Adana, Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 24: 167–171.
- Sawhney S, Gandotra R. 2010. Growth response and feed conversion efficiency of *Tor putitora* Ham. fry at varying dietary protein levels. *Pakistan Journal of Nutrition* 9: 86–90.
- Siregar YI, Adelina. 2009. Pengaruh vitamin C terhadap peningkatan hemoglobin (Hb) darah dan kelulushidupan benih ikan kerapu bebek *Cromileptes altivelis*. *Jurnal Natur Indonesia*, 12: 75–81.
- Syawal H, Nastiti K, Wasmen M, Ridwan A. 2011. Respons fisiologis dan hematologis ikan mas *Cyprinus carpio* pada suhu media pemeliharaan yang berbeda. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 12: 1–11.