

**TOTAL HEMOSIT, GLUKOSA HEMOLIM, DAN KINERJA PRODUKSI
LOBSTER PASIR *Panulirus homarus* YANG DIBUDIDAYA MENGGUNAKAN
SISTEM KOMPARTEMEN INDIVIDU**

***TOTAL HEMOCYTES, GLUCOSE HEMOLYMPH, AND PRODUCTION
PERFORMANCE OF SPINY LOBSTER *Panulirus homarus* CULTURED IN
THE INDIVIDUAL COMPARTMENTS SYSTEM***

Rifqah Pratiwi^{1*}, Eddy Supriyono², dan Widanarni²

¹Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (IPB)

²Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB

*E-mail: rifqahpratiwi.ipb@gmail.com

ABSTRACT

Cannibalism can cause high mortality in a lobster culture. To prevent cannibalism, an artificial shelter is needed like the individual compartments system (ICS) to ensure that there is no contact between lobsters. This study aimed to evaluate the application of ICS on total hemocytes glucose hemolymph, production performance, and determine the shape of more effective ICS to minimize stress level of lobster. The treatments used for various application shape of ICS was tubular ICS, triangle ICS, square ICS, and shelter PVC pipes as control. Lobster maintenance was conducted in outdoor for 60 days. The results indicated that physiological responses with square ICS treatment were more effective to reduce stress level compared with other treatments ($p < 0.05$). Application of ICS was more optimal to improved SR ($p < 0.05$) and growth of lobster ($p > 0.05$). Overall, treatment of square ICS was optimal related to production performance i.e. SR $88.89 \pm 5.24\%$, SGR $0.61 \pm 0.49\%/day$, with harvest size of total length 137.31 ± 8.11 mm/ind, weight 58.83 ± 4.78 g/ind, and FCR 22.71 ± 1.72 . Application of ICS in lobster culture was effective to reduce stress level as indicated from total hemocytes and glucose hemolymph, and support optimal production performance. Lobster culture using a square ICS shape was effective to minimize stress level, compared with tubular ICS and triangle ICS.

Keywords: *cannibalism, glucose, hemocytes, individual compartments system, lobster, production*

ABSTRAK

Kanibalisme merupakan salah satu kendala yang menyebabkan tingginya mortalitas dalam budidaya lobster. Untuk itu perlu disediakan tempat persembunyian buatan (*shelter*) untuk mencegah kanibalisme, seperti sistem kompartemen individu (SKI) yang dapat memastikan tidak terjadi kontak antar lobster. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan SKI terhadap respons total hemosit, glukosa hemolim, kinerja produksi, serta menentukan bentuk SKI yang meminimumkan tingkat stres lobster. Perlakuan yang digunakan adalah aplikasi berbagai bentuk SKI, yaitu SKI tabung, SKI segitiga, SKI persegi, dan *shelter* sebagai kontrol. Pemeliharaan lobster dilakukan secara *outdoor* selama 60 hari. Hasil penelitian menunjukkan respons fisiologis lobster dengan perlakuan SKI persegi lebih efektif menekan tingkat stres lobster, dibandingkan perlakuan lainnya ($p < 0,05$). Aplikasi SKI optimal dalam meningkatkan SR ($p < 0,05$) dan pertumbuhan lobster ($p > 0,05$). Secara keseluruhan, perlakuan SKI persegi menghasilkan kinerja produksi lobster lebih optimal yaitu SR $88,89 \pm 5,24\%$, SGR $0,61 \pm 0,49\%/hari$, dengan ukuran panen panjang total $137,31 \pm 8,11$ mm/ekor dan bobot $58,83 \pm 4,78$ g/ekor, serta FCR $22,71 \pm 1,72$. Aplikasi sistem kompartemen individu (SKI) dalam budidaya lobster, efektif menekan tingkat stres terlihat dari hasil respons total hemosit dan glukosa hemolim, serta mendukung pertumbuhan yang optimal. Pemeliharaan lobster menggunakan bentuk SKI persegi lebih efektif meminimumkan tingkat stres, dibandingkan SKI tabung dan SKI segitiga.

Kata kunci: glukosa, hemosit, kanibalisme, lobster, produksi, sistem kompartemen individu

I. PENDAHULUAN

Lobster pasir *Panulirus homarus* merupakan salah satu komoditas laut yang mulai populer dibudidayakan di Indonesia. Hal ini disebabkan lobster termasuk dalam komoditas ekspor bernilai ekonomis tinggi. Harga jual lobster tergolong tinggi di pasar domestik yaitu berkisar Rp 250.000 – 500.000/kg, dan pasar ekspor berkisar Rp 360.000 – 630.000/kg (HULH, 2015). Permintaan lobster di pasar internasional mencapai 2.500 ton per tahun, dengan tujuan ekspor yaitu Hongkong, Taiwan, Cina, Singapura, dan Jepang (ACIAR, 2008). Produksi udang tangkapan (udang dan lobster) periode tahun 2007 hingga 2011 mengalami penurunan sebesar 2,97%, yaitu tahun 2007 sebesar 258,98 ton, kemudian menurun pada tahun 2011 menjadi 228,87 ton (KKP, 2011). Peran usaha budidaya sangat diperlukan dalam upaya memenuhi permintaan lobster yang meningkat, serta mengatasi permasalahan merosotnya populasi lobster di alam dan kerusakan habitatnya (Erlania *et al.*, 2014; Hargiyatno *et al.*, 2013).

Kinerja produksi dalam usaha budidaya lobster terkendala pada tahap pendederan, mengingat rendahnya tingkat pertumbuhan dan tingginya mortalitas. Mortalitas yang tinggi umumnya disebabkan oleh kanibalisme lobster. Sifat kanibalisme muncul pada lobster sehat, sedangkan sebagai sasaran mangsanya yaitu lobster yang lemah karena dalam kondisi sedang atau pasca ganti kulit (*molting*). Secara fisik lobster pasca *molting* memiliki ciri karapas yang lembek, berwarna putih pucat, dan mengeluarkan aroma yang menarik selera pemangsa (Setyono, 2006). Upaya pencegahan kanibalisme dalam sistem budidaya lobster, dapat dilakukan dengan penyediaan tempat persembunyian buatan (*shelter*). Hal ini diadaptasi sesuai habitat lobster di alam, yang sering bersembunyi di batu atau liang karang untuk menghindari serangan predator (Erlania *et al.*, 2014; Musbir *et al.*, 2014; Pratiwi, 2008), rumput laut dan lamun sebagai tempat berlindung seka-

ligus makanannya (Thangaraja and Radhakrishnan, 2012).

Aplikasi *shelter* konvensional yang biasa digunakan para pembudidaya lobster seperti rumput laut, karung plastik (teknik pocong), potongan bambu (ACIAR, 2008), batu karang, kayu, atau jaring (Nguyen *et al.*, 2009), masih belum optimal dalam meningkatkan kelangsungan hidup lobster. Berbagai penelitian dalam meningkatkan kelangsungan hidup lobster, telah banyak dilakukan antara lain menggunakan *shelter* pipa PVC, sistem kompartemen, dan sistem *housing*. Efektivitas penggunaan *shelter* pipa PVC pada pendederan lobster *P. homarus* menghasilkan tingkat kelangsungan hidup $65,26 \pm 1,41\%$ dan laju pertumbuhan harian $1,38 \pm 0,04\%$ /hari (Adiyana *et al.*, 2014). Penggunaan sistem kompartemen dengan kepadatan terendah 25 ekor/m² menghasilkan kelangsungan hidup mencapai 84% dan laju pertumbuhan harian $0,77 \pm 0,014\%$ /hari (Lesmana, 2013). Penggunaan *shelter* pipa PVC dan sistem kompartemen hanya dapat meminimalkan kontak antar benih lobster, sehingga kurang efektif mengatasi kanibalisme. Sistem *housing* yaitu lobster yang dipelihara secara komunal dan individu menunjukkan pemeliharaan secara individu lebih efektif mencegah kanibalisme (Irvin and Williams, 2009).

Sistem kompartemen individu (SKI) yang diterapkan dalam penelitian ini merupakan modifikasi bentuk *shelter* pipa PVC, dirancang untuk menempatkan satu individu lobster pada satu ruang khusus. Sistem ini bersifat individual sehingga dapat memastikan tidak terjadi kontak antar lobster dan mencegah kanibalisme. Selain itu, tidak terjadi kompetisi pakan dan meminimalkan penggunaan energi untuk bergerak, sehingga dapat menghasilkan biomassa yang lebih optimal. Material dalam pembuatan SKI memanfaatkan potensi lokal dan tersedia di seluruh daerah, sehingga dapat diaplikasikan para pembudidaya lobster skala menengah di Indonesia.

Fisiologi adalah ilmu yang mempelajari fungsi mekanik, fisik, dan biokimia (organ, jaringan, atau sel) dari makhluk hidup. Penggunaan bentuk SKI yang berbeda, memungkinkan tingkat stres yang berbeda pula sebagai respons fisiologisnya. Respons stres merupakan salah satu variabel fisiologis yang mempengaruhi tingkat kesehatan, pertumbuhan, reproduksi, efisiensi pakan, dan kelangsungan hidup lobster (Verghese *et al.*, 2007). Respons stres dapat dievaluasi secara objektif dengan pengamatan tingkah laku, atau secara kuantitatif dengan mengukur perubahan beberapa variabel fisiologis, seperti penggunaan oksigen, komposisi darah, pH, hormon, ion, dan hemosit (Lorenzon *et al.*, 2007).

Berbagai penelitian yang mengkaji tingkat stres telah banyak dilakukan, yaitu dengan menggunakan hemolim sebagai indikator untuk menganalisis total hemosit dan kadar glukosa hemolim. *Total hemocyte count* (THC) adalah salah satu parameter yang dapat digunakan sebagai indikator terjadinya stres pada krustase (Arifin *et al.*, 2014; Adiyana *et al.*, 2014; Rustam *et al.*, 2013; Jussila *et al.*, 2001). Selain itu, produk metabolik seperti glukosa hemolim dapat digunakan untuk mengetahui tingkat stres pada krustase akibat perlakuan dalam pemeliharaan, polutan, penanganan, perubahan lingkungan, dan pascatransportasi (Arifin *et al.*, 2014; Bislimi *et al.*, 2013; Gulec and Aksu, 2012; Lorenzon *et al.*, 2007; Jussila *et al.*, 2001).

Penelitian mengenai pengaruh aplikasi SKI terhadap tingkat stres dan kinerja produksi lobster belum pernah ada, sehingga perlu dilakukan kajian lebih lanjut. Penerapan SKI dalam budidaya lobster diharapkan dapat menjadi solusi dalam mengatasi kanibalisme dan mampu menekan tingkat stres, sehingga dapat menghasilkan kinerja produksi yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan SKI terhadap respons total hemosit, glukosa hemolim, kinerja produksi, serta menentukan bentuk SKI yang meminimumkan tingkat stres lobster.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus hingga November 2015. Pemeliharaan lobster dilakukan di Laboratorium Ilmu Kelautan IPB, Jalan Pasir Putih 2 Ancol Timur, Jakarta Utara. Analisis respons total hemosit dilakukan secara *in-situ*, sedangkan glukosa hemolim di Laboratorium Fisiologi FKH IPB.

2.2. Desain Sistem Kompartemen Individu

Sistem kompartemen individu (SKI) yang diterapkan dalam penelitian ini merupakan modifikasi bentuk *shelter* pipa PVC, dirancang untuk menempatkan satu individu lobster pada satu ruang khusus. Sistem ini dapat memastikan tidak terjadi kontak antar lobster sehingga dapat mencegah kanibalisme. Selain itu, tidak terjadi kompetisi pakan dan meminimalkan penggunaan energi untuk bergerak sehingga dapat menghasilkan biomassa yang lebih tinggi.

Material dalam pembuatan SKI memanfaatkan potensi lokal dan tersedia di seluruh daerah, sehingga dapat diaplikasikan para pembudidaya lobster skala menengah di Indonesia. SKI yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari berbagai bentuk yaitu SKI tabung modifikasi dari pipa PVC, SKI segitiga modifikasi dari talang air PVC, dan SKI persegi modifikasi dari keranjang plastik komersil, serta *shelter* pipa PVC sebagai kontrol perlakuan. Perbedaan pada bentuk SKI dirancang sebagai adaptasi dari bentuk gua atau liang-liang karang tempat lobster bersembunyi di habitatnya, yaitu ada yang berbentuk bundar, segitiga, dan persegi.

SKI dirancang dengan setiap bagian sisinya terdapat lubang-lubang kecil (diameter 2 cm), berfungsi untuk mempermudah pemberian pakan, pengeluaran sisa pakan/feses, serta pemantauan lobster pasca *molt*ing. Kedua bagian sisi pada unit SKI tabung dan SKI segitiga serta bagian permukaan SKI persegi ditutup menggunakan jaring nilon, direkatkan dengan tali dan tusuk bambu,

sehingga lobster yang dikurung tidak dapat keluar dari unit SKI (Gambar 1). Perbedaannya dengan kontrol adalah *shelter* pada kedua sisinya tidak ditutup dengan jaring, sehingga memungkinkan lobster untuk bebas keluar masuk.

2.3. Rancangan Percobaan

Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan lapangan. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap, terdiri 4 perlakuan dan 2 ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah pemeliharaan lobster dengan aplikasi berbagai bentuk SKI yaitu SKI tabung, SKI segitiga, SKI persegi, dan *shelter* pipa PVC sebagai kontrol.

Pemeliharaan lobster dilakukan secara *outdoor* dengan menggunakan wadah bak beton berukuran (4 x 1 x 1,1) m, yang terdiri 2 bak untuk perlakuan dan 1 bak sebagai tandon air resirkulasi. Setiap bak perlakuan dibersihkan dan dibuat sekat pemisah menjadi 4 ruang untuk 4 perlakuan. Selanjutnya, bak diisi dengan air laut sebanyak 1,4 ton/bak dan dilengkapi sistem aerasi dengan 4 titik aerasi pada setiap perlakuannya.

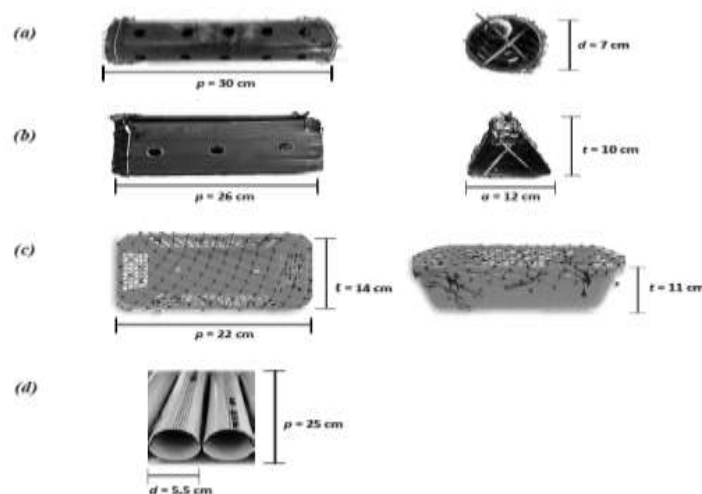
Sebelum perlakuan, lobster diaklimatisasi dahulu selama 7 hari, kemudian dilakukan penyortiran dan penimbangan agar bobotnya seragam. Padat tebar yang digunakan 27 ekor untuk setiap perlakuan, dimana tiap 1

ekor lobster dimasukkan ke dalam 1 unit SKI. Selanjutnya, SKI yang telah berisi lobster dimasukkan ke dalam bak pemeliharaan yang disusun 2 tingkat. Perlakuan ini berlangsung selama 60 hari masa pemeliharaan.

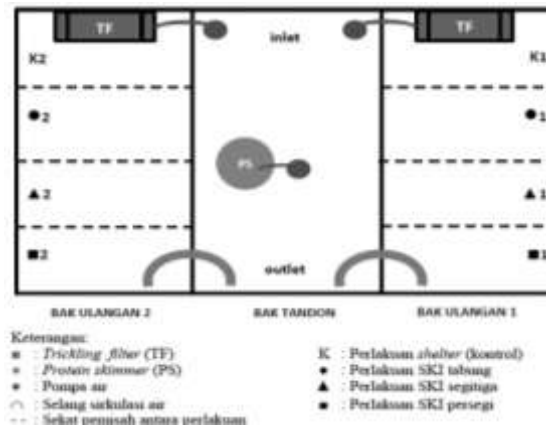
Jenis pakan yang diberikan adalah pakan segar (potongan ikan rucah) dengan *feeding rate* 3 – 4% bobot lobster. Pemberian pakan dilakukan sekali dalam sehari, dengan metode *at restricted* pada sore hari pukul 15.00 WIB. Manajemen kualitas air yang dilakukan yaitu aplikasi sistem resirkulasi air yang dilengkapi dengan 2 macam filter, meliputi 2 unit *trickling filter* dan 1 unit *protein skimmer* (Gambar 2). Kondisi kualitas air dijaga agar tetap optimum pada suhu berkisar 28,0 – 29,3°C, salinitas 33,0 – 34,4 g/L, pH air 7,8 – 8,7, dan oksigen terlarut 5,0 – 7,0 mg/L.

2.4. Analisis Data

Tingkat stres lobster dianalisis melalui pengambilan sampel hemolim pada hari ke-0, 3, 7, 10, 20, 30, 40, 50, dan 60. Analisis yang dilakukan yaitu *Total hemocyte count* (THC) mengacu pada metode Blaxhall and Daishley (1973) dan kadar glukosa hemolim mengacu pada Wedemeyer and Yasutake (1977). Parameter kinerja produksi meliputi tingkat kelangsungan hidup (SR), laju pertumbuhan harian (SGR), dan pertumbuhan



Gambar 1. Dimensi berbagai jenis sistem kompartemen individu (SKI): (a) SKI tabung, (b) SKI segitiga, (c) SKI persegi, dan (d) kontrol.



Gambar 2. Desain posisi sistem resirkulasi dan denah perlakuan dalam penelitian.

(panjang total dan bobot) mengacu pada metode Solanki *et al.* (2012), serta rasio konversi pakan (FCR) mengacu pada Zoonveld *et al.* (1991). Pertumbuhan diamati dengan melakukan *sampling* bobot dan panjang total pada hari ke-0, 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 pemeliharaan.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan aplikasi statistik Minitab 16, dengan metode analisis ragam (ANOVA) pada taraf uji $\alpha = 0,05$. Uji lanjut metode Tukey dilakukan untuk melihat perbedaan antara perlakuan uji yang berbeda nyata.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

3.1.1. Total Hemocyte Count (THC)

THC lobster selama pemeliharaan terlihat cenderung fluktuatif pada setiap perlakuan. Secara keseluruhan, rata-rata nilai respons THC selama pemeliharaan adalah kontrol $6,91 \pm 2,85 \times 10^6$ sel/mL, SKI segitiga $5,20 \pm 1,44 \times 10^6$ sel/mL, SKI tabung $4,83 \pm 1,96 \times 10^6$ sel/mL, dan SKI persegi $4,60 \pm 1,30 \times 10^6$ sel/mL (Gambar 3). THC pada perlakuan kontrol mendominasi fluktuasi tertinggi dibandingkan perlakuan SKI tabung, SKI segitiga, dan SKI persegi. Perlakuan SKI persegi menunjukkan tingkat THC yang lebih rendah dan fluktuasi yang lebih stabil dibandingkan perlakuan lainnya. Uji statistik menunjukkan respons THC pada semua perla-

kuan SKI tidak berbeda nyata terhadap kontrol ($p > 0,05$), kecuali pada pemeliharaan hari ke-20 perlakuan SKI persegi dan hari ke-40 SKI tabung berbeda nyata terhadap kontrol ($p < 0,05$).

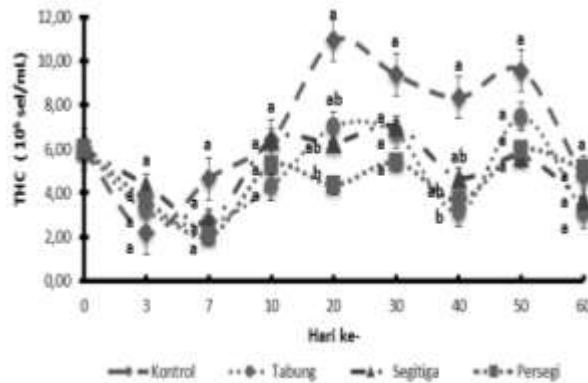
3.1.2. Glukosa Hemolim

Kadar glukosa hemolim lobster selama pemeliharaan cenderung fluktuatif pada setiap perlakuan. Secara keseluruhan, rata-rata nilai respons kadar glukosa hemolim lobster selama pemeliharaan adalah kontrol $16,63 \pm 9,43$ mg/dL, SKI tabung $15,05 \pm 10,98$ mg/dL, SKI segitiga $14,70 \pm 12,49$ mg/dL, dan SKI persegi $11,64 \pm 11,66$ mg/dL (Gambar 4). Fluktuasi kadar glukosa hemolim pada lobster perlakuan SKI tabung, SKI segitiga, dan SKI persegi terlihat hampir seluruhnya dominan lebih rendah dibandingkan perlakuan kontrol, kecuali perlakuan SKI tabung pada hari ke-30 dan SKI segitiga pada hari ke-50 yang meningkat cukup tinggi. Perlakuan SKI persegi menunjukkan tingkat kadar glukosa yang lebih rendah dan stabil dibandingkan perlakuan lainnya. Uji statistik menunjukkan kadar glukosa hemolim lobster selama pemeliharaan pada semua perlakuan SKI berbeda nyata terhadap kontrol ($p < 0,05$).

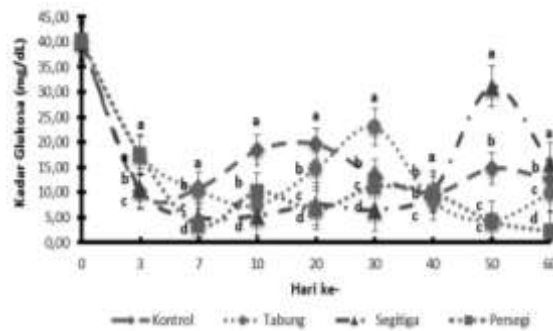
3.1.3. Kinerja Produksi

3.1.3.1. Tingkat Kelangsungan Hidup

Hasil SR lobster pada setiap perlakuan saat panen adalah perlakuan SKI tabung

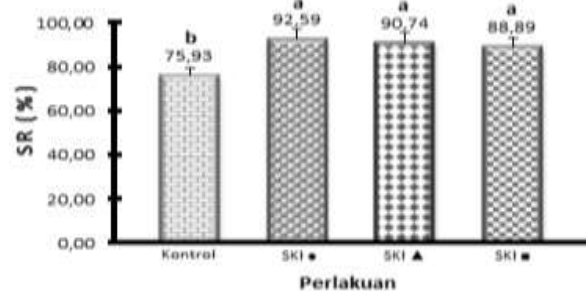


Gambar 3. *Total hemocyte count* (THC) lobster selama masa pemeliharaan. Perlakuan kontrol (◆), SKI tabung (●), SKI segitiga (▲), dan SKI persegi (■). Huruf kecil yang berbeda pada perlakuan per waktu yang sama menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$).



Gambar 4. Kadar glukosa hemolim lobster selama masa pemeliharaan. Perlakuan kontrol (◆), SKI tabung (●), SKI segitiga (▲), dan SKI persegi (■). Huruf kecil yang berbeda pada perlakuan per waktu yang sama menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$).

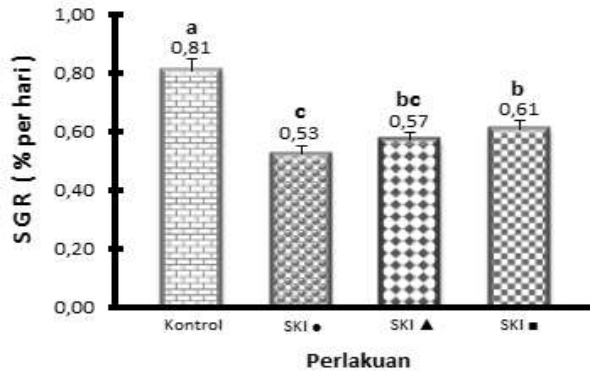
92,59±0,00%, SKI segitiga 90,74±2,62%, SKI persegi 88,89±5,24%, dan kontrol 75,93±2,62% (Gambar 5). Uji statistik menunjukkan SR lobster antara perlakuan SKI tabung, SKI segitiga, dan SKI persegi tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Sebaliknya, semua perlakuan SKI berbeda nyata terhadap kontrol ($p < 0,05$).



Gambar 5. Tingkat kelangsungan hidup (SR) lobster saat panen. Perlakuan kontrol (◆), SKI tabung (●), SKI segitiga (▲), dan SKI persegi (■). Huruf kecil yang berbeda pada setiap perlakuan menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$).

3.1.4. Laju Pertumbuhan Harian

SGR lobster pada setiap perlakuan adalah kontrol 0,81±0,11%/hari, SKI persegi 0,61±0,49%/hari, SKI segitiga 0,57±0,39%/hari, dan SKI tabung 0,53±0,29%/hari (Gambar 6). Uji statistik menunjukkan SGR lobster perlakuan SKI tabung, SKI segitiga, SKI persegi berbeda nyata terhadap kontrol



Gambar 6. Laju pertumbuhan harian (SGR) lobster selama pemeliharaan. Perlakuan kontrol (◆), SKI tabung (●), SKI segitiga (▲), dan SKI persegi (■). Huruf kecil yang berbeda pada setiap perlakuan menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$).

($p < 0,05$). SKI segitiga tidak berbeda nyata terhadap SKI tabung dan SKI persegi ($p > 0,05$), sedangkan SKI persegi berbeda nyata terhadap SKI tabung dan kontrol ($p < 0,05$).

3.1.5. Pertumbuhan

Pertumbuhan panjang total dan bobot lobster pada semua perlakuan menunjukkan peningkatan hingga akhir pemeliharaan. Panjang total lobster saat panen adalah perlakuan Kontrol $138,56 \pm 9,57$ mm/ekor, SKI persegi

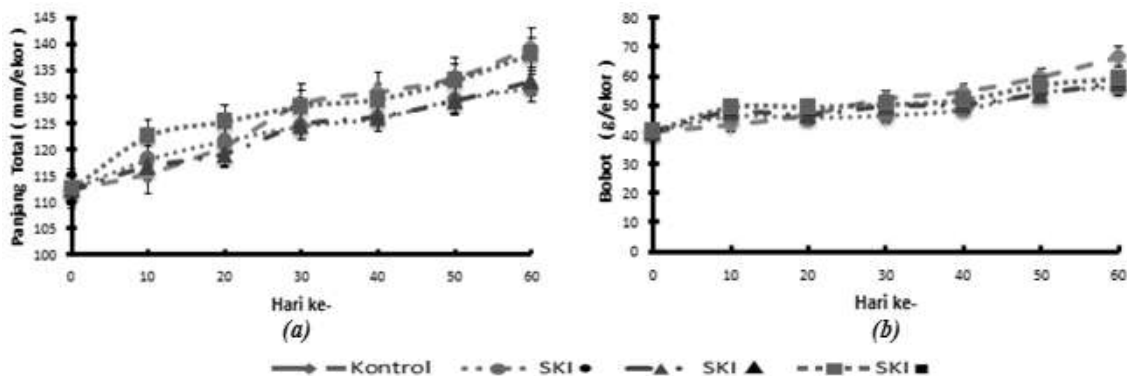
$137,31 \pm 8,11$ mm/ekor, SKI segitiga $132,53 \pm 7,09$ mm/ekor, dan SKI tabung $131,29 \pm 6,64$ mm/ekor (Gambar 7a). Bobot akhir lobster saat panen adalah perlakuan kontrol $68,79 \pm 9,09$ g/ekor, SKI persegi $58,83 \pm 4,78$ g/ekor, SKI segitiga $55,01 \pm 3,69$ g/ekor, dan SKI tabung $51,20 \pm 3,18$ g/ekor (Gambar 7b). Uji statistik menunjukkan pertumbuhan panjang total dan bobot lobster untuk semua perlakuan SKI tidak berbeda nyata terhadap kontrol ($p > 0,05$).

3.1.6. Rasio Konversi Pakan

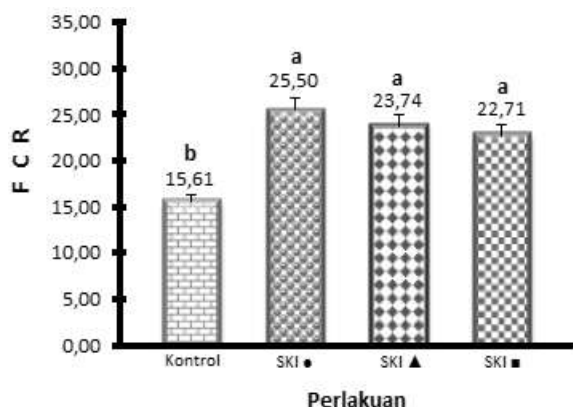
FCR lobster selama masa pemeliharaan pada setiap perlakuan adalah kontrol $15,61 \pm 0,10$, SKI persegi $22,71 \pm 1,72$, SKI segitiga $23,74 \pm 0,91$, dan SKI tabung $25,50 \pm 0,42$ (Gambar 8). Pemeliharaan lobster dengan perlakuan SKI tabung, SKI segitiga, dan SKI persegi cenderung memiliki FCR yang lebih besar dibandingkan perlakuan kontrol. Uji statistik menunjukkan FCR lobster antara SKI tabung, SKI segitiga, dan SKI persegi tidak berbeda nyata ($p > 0,05$), sedangkan semua perlakuan SKI berbeda nyata terhadap kontrol ($p < 0,05$).

3.2. Pembahasan

Respon total hemosite (THC) lobster pada perlakuan kontrol terlihat lebih tinggi, dibandingkan perlakuan SKI tabung, SKI



Gambar 7. Pertumbuhan lobster selama 60 hari masa pemeliharaan: (a) Panjang total dan (b) Bobot. Perlakuan kontrol (◆), SKI tabung (●), SKI segitiga (▲), dan SKI persegi (■). Data pada grafik menunjukkan hasil pada setiap perlakuan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$).



Gambar 8. Rasio konversi pakan (FCR) lobster selama masa pemeliharaan. Perlakuan kontrol (◆), SKI tabung (●), SKI segitiga (▲), dan SKI persegi (■). Huruf kecil yang berbeda pada setiap perlakuan menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$).

segitiga, dan SKI persegi. Hasil penelitian menunjukkan pemeliharaan menggunakan SKI dapat menekan tingkat stres lobster, dibandingkan dengan perlakuan kontrol (Gambar 3). Khususnya perlakuan SKI persegi menunjukkan lebih efektif dalam menekan tingkat stres. Hal ini ditunjukkan dengan tingkat THC yang lebih rendah dan stabil dibandingkan perlakuan lainnya ($p < 0,05$).

Stres menggambarkan kondisi terganggunya homeostasis yang berada di luar batas normalnya (Adams, 1990), dalam kondisi ini terjadi realokasi energi metabolik dari aktivitas investasi (pertumbuhan dan reproduksi) menjadi aktivitas untuk memperbaiki homeostasis, seperti respirasi, pergerakan, regulasi hidromineral, dan perbaikan jaringan (Wendelaar, 1997). Akibatnya pemanfaatan energi pakan untuk pertumbuhan lobster termasuk sintesis materi kekebalan tubuh dapat terganggu. Hemosit memiliki peranan penting dalam sistem imun krustase, yang dapat digunakan sebagai penilaian kesehatan melalui karakteristik dan aktivitas pertahanan terhadap agen infeksius (Chakraborty and Ghosh, 2014; Jussila *et al.*, 2001).

THC yang tinggi pada hari ke-0 yaitu $6,00 \pm 0,00 \times 10^6$ sel/mL diduga bahwa penanaman pada proses pemindahan dari bak aklimatisasi dan pemasukan lobster ke dalam unit SKI pada awal perlakuan menyebabkan stres pada lobster. Kondisi stres pada lobster *P. cygnus* ditunjukkan dengan peningkatan THC yang mencapai $6,40 \times 10^6$ sel/mL (Jussila *et al.*, 2001) dan $8,7 \times 10^6$ sel/mL pada lobster *P. homarus* (Adiyana *et al.*, 2014). Perubahan lingkungan seperti kualitas air dari bak aklimatisasi ke bak perlakuan, juga meningkatkan stres lobster sehingga THC tinggi pada awal pemeliharaan. Menurut Verghese *et al.* (2007), perubahan kondisi lingkungan yang baru dapat menyebabkan stres pada lobster *P. homarus* yang ditandai dengan perubahan jumlah konsentrasi THC, aktivitas *phenoloxidase*, dan aktivitas fagositosis.

Penurunan THC pada hari ke-0 hingga ke-7 menunjukkan kondisi lobster mulai stabil dan beradaptasi dengan lingkungannya yang baru. Selain itu, menunjukkan adanya aktivitas pertahanan pada sistem imun lobster. Menurut Effendy *et al.* (2004), ketika terjadi serangan patogen, sel hemosit melakukan proses degranulasi, sitotoksitas, dan lisis terhadap material tersebut. Hasil proses degranulasi yaitu pelepasan peroksinektin yang memicu munculnya fagositosis, sehingga jumlah sel hemosit yang beredar dalam hemolim menurun. Secara keseluruhan, THC pada perlakuan kontrol yang tinggi artinya lobster pada perlakuan kontrol mengalami stres yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Kondisi ini dapat membahayakan kesehatan lobster karena lebih rentan terserang penyakit. Sesuai pendapat Ekwati *et al.* (2012), jumlah hemosit yang tinggi dalam hemolim menyebabkan ketidakmampuan tubuh untuk meresponsnya, sehingga dapat menjadi imunostresor yang dapat menurunkan sistem kekebalan tubuh.

Respons kadar glukosa hemolim lobster selama pemeliharaan menunjukkan penggunaan SKI mampu menekan tingkat stres lobster, dibandingkan dengan perlakuan kon-

trol (Gambar 4). Perlakuan SKI persegi lebih efektif dalam menekan tingkat stres lobster. Hal ini ditunjukkan dengan kadar glukosa yang lebih rendah dan stabil dibandingkan perlakuan lainnya ($p < 0,05$). Glukosa darah merupakan sumber pasokan energi utama dan substrat esensial untuk metabolisme sel, terutama sel otak. Otak akan berfungsi ketika sumber energi yang berasal dari glukosa tersedia secara kontinyu (Steward, 1991). Hati merupakan organ yang mempertahankan homeostasis glukosa darah melalui proses metabolisme glukosa (Piliang dan Djojoseobagio, 2000), yaitu meliputi proses *glikogenolisis* dan *glukoneogenesis* (Rustam *et al.*, 2013; Sulmartiwi *et al.*, 2013; Hastuti *et al.*, 2003). Kondisi stres pada krustase ditunjukkan dengan peningkatan kadar glukosa tertinggi mencapai 20,80 mg/dL pada *P. homarus* (Adiyana *et al.*, 2014), 14,41 mg/dL pada *Helix pomatia* (Bislimi *et al.*, 2013), 13,20 mg/dL pada *Astacus leptodactylus* (Gulec and Aksu, 2012), dan 80 mg/dL pada *P. monodon* (Rustam *et al.*, 2013).

Kadar glukosa hemolim yang tinggi pada pemeliharaan hari ke-0 yaitu mencapai $40,06 \pm 0,00$ mg/dL, diduga stres karena penanganan pada proses pemindahan dari bak aklimatisasi dan pemasukan lobster ke dalam unit SKI pada awal perlakuan, serta adanya perubahan kondisi lingkungan. Pemeliharaan pada hari ke-3 dan ke-7 terlihat kadar glukosa hemolim pada semua perlakuan cenderung menurun. Hal ini menunjukkan lobster sudah beradaptasi dengan lingkungannya yang baru. Hal yang berbeda terjadi pada hari ke-10 hingga ke-20, kadar glukosa hemolim perlakuan kontrol meningkat dan tingginya di atas rata-rata semua perlakuan SKI, kecuali perlakuan SKI tabung pada hari ke-30 mencapai $23,02 \pm 6,95$ mg/dL dan SKI segitiga pada hari ke-50 mencapai $31,11 \pm 12,67$ mg/dL (Gambar 4). Kadar glukosa hemolim lobster pada hari pemeliharaan tersebut mengalami peningkatan yang cukup tinggi dibandingkan kontrol. Hal ini diduga adanya faktor stresor akibat proses perbaikan unit SKI (jaring-jaring penutup SKI yang longgar

dan rusak) pada hari tersebut, yang menyebabkan lobster berada cukup lama di luar media, sehingga menyebabkan kadar glukosa hemolim meningkat.

SR merupakan parameter penting dalam suatu kegiatan budidaya, karena menentukan jumlah produksi yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan pemeliharaan lobster yang menggunakan SKI menghasilkan SR terbaik, dibandingkan perlakuan kontrol (Gambar 5). SR yang tinggi dalam perlakuan SKI disebabkan lobster aman terhadap serangan kanibalisme saat *molting*. Selain itu, tingkat stres yang rendah (kondisi tubuh yang sehat) mendukung proses pertumbuhan dan SR lobster. Menurut Johnston *et al.* (2006), tidak adanya predator dan tempat berlindung lobster yang menunjang dalam sistem budidaya dapat menurunkan mortalitas, khususnya saat *molting* untuk menghindari ancaman serangan kanibalisme. Penelitian serupa menunjukkan, pemeliharaan lobster *P. ornatus* (ukuran 2 – 3 g/ekor) secara komunal menghasilkan SR yang lebih rendah yaitu 72%, dibandingkan secara individu yang lebih tinggi yaitu 89% (Irvin and Williams, 2009).

Pertumbuhan pada krustase merupakan perubahan pertambahan panjang dan bobot tubuh yang terjadi secara berkala setelah *molting*. *Molting* terjadi pada hewan eksoskeleton (kerangka luar), termasuk lobster dimana kulit yang lama ditanggalkan kemudian tergantikan dengan kulit yang baru. Menurut Chang and Mykles (2011), *molting* pada krustase dipengaruhi oleh 2 faktor, antara lain: (1) faktor eksternal, yaitu kualitas lingkungan (suhu, salinitas, atau pH), nutrisi, dan perlakuan pasca aklimatisasi atau transportasi, (2) faktor internal, yaitu produksi hormon *molting* (ekdisteroid) dan hormon penghambat *molting* (*Molt Inhibiting Hormone*).

Pemeliharaan lobster pada perlakuan kontrol menunjukkan SGR ($p < 0,05$) dan pertumbuhan ($p > 0,05$) yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan SKI (Gambar 6 dan 7). Kanibalisme yang terjadi pada perlakuan kontrol, memungkinkan SGR dan pertum-

buhan lobster pada perlakuan tersebut lebih tinggi. Selain dari hasil SR pada perlakuan kontrol yang lebih rendah, nilai FCR yang lebih rendah juga dapat membuktikan terjadinya kanibalisme (Gambar 8). Tingkat stres yang tinggi pada perlakuan kontrol merangsang lobster untuk *molting*. Kondisi fisik lobster yang sedang *molting* yaitu sangat lemah dan mengeluarkan bau amis dari dagingnya, disebabkan kerangka tubuhnya terbuka. Hal ini menarik selera pemangsanya yaitu lobster yang dalam kondisi sehat atau tidak *molting*. Kondisi pemeliharaan secara komunal dengan banyaknya lobster yang *molting*, tentunya akan memicu terjadinya kanibalisme. Pemanfaatan energi yang bukan berasal dari pakan, tetapi diperoleh dari hasil memangsa (kanibalisme) dapat menjadi sumber energi tambahan yang mendukung pertumbuhannya. Hal inilah yang menyebabkan pertumbuhan lobster pada perlakuan kontrol lebih tinggi dibandingkan perlakuan SKI, meskipun *feeding rate* pakan yang diberikan pada semua perlakuan dengan jumlah yang sama. Sesuai dengan penelitian Vijayakumaran *et al.* (2010), lobster *P. homarus* (ukuran 94 g/ekor) yang dipelihara secara komunal menghasilkan SGR yang lebih tinggi yaitu 0,54%/hari, dibandingkan secara individu yaitu 0,15%/hari.

Pertumbuhan panjang total dan bobot lobster dengan perlakuan SKI menunjukkan peningkatan hingga akhir pemeliharaan. Secara keseluruhan, pertumbuhan lobster dengan perlakuan SKI persegi menghasilkan panjang dan bobot tertinggi dibandingkan SKI lainnya ($p > 0,05$). Selain dari hasil SR, SGR, dan FCR lobster pada perlakuan SKI persegi yang terlihat lebih optimal, juga diduga terdapat pengaruh bentuk SKI yang berkorelasi dengan luas volumenya. Luas volume pada desain SKI tabung, SKI segitiga, dan SKI persegi berturut-turut adalah 1154 cm³/ekor, 1560 cm³/ekor, dan 3388 cm³/ekor. SKI persegi merupakan desain SKI dengan volume terbesar, yang diduga mempengaruhi ruang gerak lobster dalam beraktivitas serta dalam mengambil pakannya.

Berdasarkan respon fisiologis, tingkat stres lobster yang lebih rendah dan stabil adalah perlakuan SKI, khususnya pada perlakuan SKI persegi. Stres dapat mempengaruhi aktivitas *molting* lobster yang berdampak pada proses pertumbuhannya. Lobster yang aman dari serangan kanibalisme, tentunya akan mendukung proses *molting* dengan sempurna, sehingga lobster dapat tumbuh dan hidup.

4. KESIMPULAN

Aplikasi sistem kompartemen individu (SKI) dalam budidaya lobster, efektif menekan tingkat stres dan mendukung kinerja produksi yang optimal. Pemeliharaan lobster menggunakan jenis SKI persegi lebih efektif meminimumkan tingkat stres, dibandingkan SKI tabung dan SKI segitiga. Respons fisiologis lobster berdasarkan analisis total hemosit dan glukosa hemolim adalah perlakuan SKI persegi lebih efektif menekan tingkat stres lobster, dibandingkan perlakuan lainnya ($p < 0,05$). Aplikasi SKI optimal dalam meningkatkan SR ($p < 0,05$) dan pertumbuhan lobster ($p > 0,05$). Secara keseluruhan, perlakuan SKI persegi menghasilkan kinerja produksi lobster lebih optimal yaitu SR 88,89 ± 5,24%, SGR 0,61 ± 0,49%/hari, dengan ukuran panen panjang total 137,31 ± 8,11 mm/ekor dan bobot 58,83 ± 4,78 g/ekor, serta FCR 22,71 ± 1,72. Aplikasi SKI bentuk persegi memiliki luas volume yang lebih besar dibandingkan perlakuan SKI lainnya, sehingga lobster dapat hidup dan tumbuh lebih nyaman untuk beraktivitas khususnya dalam pengambilan pakannya. Budidaya lobster dengan SKI dapat menjadi teknologi produksi yang efektif dan efisien, sehingga produktivitas lobster tetap terjamin, baik jumlah, kualitas, maupun kontinuitasnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada anonymous reviewer yang telah banyak memberikan masukan dan komentar untuk memperbaiki kualitas paper ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [ACIAR] Australian Centre for International Agricultural Research. 2008. Studi kelayakan: meningkatkan pembesaran dan nutrisi lobster di Nusa Tenggara Barat. ACIAR-SADI Report. Canberra. Hlm.:8-15.
- Adams, S.M. 1990. Status and biological indicator for evaluating the effects of stress on fish. Adams, S.M. (ed.). Biological indicator of stress in fish. American fisheries symposium. 1-8pp.
- Adiyana, K., E. Supriyono, M.Z. Junior, dan L. Thesiana. 2014. Aplikasi teknologi *shelter* terhadap respon stres dan kelangsungan hidup pada pendederan lobster pasir *Panulirus homarus*. *J. Kelautan Nasional*, 9(1):1-9.
- Arifin, Y., E. Supriyono, dan Widanarni. 2014. Total hemosit, glukosa, dan survival rate udang mantis *Harpisquilla raphide* pascatransportasi dengan dua sistem yang berbeda. *J. Kelautan Nasional*, 9(2):1-9.
- Bislimi, K., A. Behluli, J. Halili, I. Mazreku, F. Osmanil, and F. Halili. 2013. Comparative analysis of some biochemical parameters in hemolymph of garden snail *Helix pomatia* of the Kastriot and Ferizaj Regions, Kosovo. *Int. J. of Engineering and Applied Sciences*, 4(6):11-18.
- Blaxhall, P.C. and K.W. Daisley. 1973. Routine haematological methods for use with fish blood. *J. of Fish Biology*, 5:577-581.
- Chakraborty, S. and U. Ghosh. 2014. In vivo immunological changes occurring at different time intervals in white spot syndrome virus infected shrimp, treated with anti-WSSV drug derived from marine plants. *Int. J. of Basic and Applied Virology*, 3(1):01-15.
- Chang, E.S. and D.L. Mykles. 2011. Regulation of crustacean molting: a review and our perspectives. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 172:323-330.
- Effendy, S., R. Alexander, dan T. Akbar. 2004. Peningkatan hemosit benur udang windu *Penaeus monodon* (Fab.). Pasca perendaman ekstrak ragi roti *Saccharomyces cerevisiae* pada konsentrasi yang berbeda. *J. Sains dan Teknologi*, 14(2):46-53.
- Ekawati, A.W., H. Nursyam, E. Widjayanto, dan Marsoedi. 2012. Diatomae *Chaetoceros ceratosporum* dalam formula pakan meningkatkan respon imun seluler udang windu *Penaeus monodon*. *J. Exp. Life Sci*, 2(1):20-28.
- Erlania, I.N. Radiarta, dan K. Sugama. 2014. Dinamika kelimpahan benih lobster *Panulirus* spp. di Perairan Teluk Gerupuk, Nusa Tenggara Barat: Tantangan pengembangan teknologi budidaya lobster. *J. Ris. Akuakultur*, 9(3): 475-486.
- Gulec, A.K. and O. Aksu. 2012. Effects of handling on physiological profiles in Turkish crayfish *Astacus leptodactylus*. *World J. of Fish and Marine Sciences*, 4(6):684-688.
- Hargiyatno, I.T., F. Satria, A.P. Prasetyo, dan M. Fauzi. 2013. Hubungan panjang-berat dan faktor kondisi lobster pasir *Panulirus homarus* di Perairan Yogyakarta dan Pacitan. *Bawal*, 5(1):41-48.
- Hastuti, S., E. Supriyono, I. Mokoginta, dan Subandiyono. 2003. Respon glukosa darah ikan gurami *Osphronemus gouramy* terhadap stres perubahan suhu lingkungan. *J. Akuakultur Indonesia*, 2(2):73-77.
- [HULH] Harga Udang Lobster Hidup. 2015. Harga udang lobster hidup eksportir pergudangan mas bandara T-11, Bandara Soekarno-Hatta Cengkareng. <http://hargaudanglobster.blogspot.co.id/> [12 Oktober 2015].
- Irvin, S.J. and K.C. Williams. 2009. Comparison of the growth and survival of *Panulirus ornatus* seed lobsters held in individual or communal cages. Spi-

- ny Lobster Aquaculture in the Asia-Pacific Region. ACIAR Proceedings. 89-95pp.
- Johnston, D., R. Melville-Smith, B. Hendriks, G.B. Maguire, and B. Phillips. 2006. Stocking density and shelter type for the optimal growth and survival of western rock lobster *Panulirus cygnus* (George). *Aquaculture*, 260: 114-127.
- Jussila, J., S. McBride, J. Jago, and L.H. Evans. 2001. Hemolymph clotting time as an indicator of stress in western rock lobster *Panulirus cygnus* (George). *Aquaculture*, 199:185-193.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2011. Volume dan nilai ekspor nasional menurut komoditas tahun 2011. <http://statistik.kkp.go.id/-index.php>. [23 April 2015].
- Lesmana, D. 2013. Evaluasi pemanfaatan kompartemen di keramba jaring apung terhadap tingkat stres dan pertumbuhan lobster pasir *Panulirus homarus* [Tesis]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 18-20pp.
- Lorenzon, S., P.G. Giulianini, M. Martinis, and E.A. Ferrero. 2007. Stress effect of different temperatures and air exposure during transport on physiological profiles in the american lobster *Homarus americanus*. *J. of Comparative Biochemistry and Physiology*, 147:94-102.
- Musbir, Sudirman, dan M. Palo. 2014. Penggunaan atraktor buatan yang ramah lingkungan dalam pemanenan anakan udang lobster laut *Panulirus* spp. *J. Ipteks PSP*, 1(2):95-102.
- Nguyen, M.C., T.B.N. Nguyen, and T.N. Le. 2009. Effect of different types of shelter on growth and survival of *Panulirus ornatus* juveniles. Spiny lobster aquaculture in the asia-pacific region. ACIAR Proceedings. 85-88pp.
- Piliang, W.G. dan S. Djojoseobagio. 2000. Fisiologi nutrisi. Volume I. IPB Press. Bogor. 23hlm.
- Pratiwi, R. 2008. Aspek biologi udang ekonomis penting. *Oseana*, 33(2):15-24.
- Rustam, Hartinah, K. Jusoff, S.T. Hadijah, and Ilmiah. 2013. Characteristics of haemolymphs juvenile tiger prawn, *Penaeus monodon* (Fabricius) reared in ponds. (Natural Resources Research and Development in Sulawesi Indonesia). *World Applied Sciences J.* 26:82-88.
- Setyono, D.E.D. 2006. Budidaya pembesaran udang karang *Panulirus* spp. *Oseana*, 31(4):39-48.
- Solanki, Y., K.L. Jetani, S.I. Khan, A.S. Kotiya, N.P. Makawana, and M.A. Rather. 2012. Effect of stocking density on growth and survival rate of spiny lobster *Panulirus polyphagus* in cage culture system. *Int. J. of Aquatic Science*, 3(1):3-14.
- Steward, M. 1991. Animal physiology. Thomson Litho Ltd. London. 35p.
- Sulmartiwi, L., S. Harweni, A.T. Mukti, dan R.J. Triastuti. 2013. Pengaruh penggunaan larutan daun bandotan *Ageratum conyzoides* terhadap kadar glukosa darah ikan koi *Cyprinus carpio* pascatransportasi. *J. Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 5(1):73-76.
- Thangaraja, R. and E.V. Radhakrishnan. 2012. Fishery and ecology of the spiny lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus 1758) at Khadiyapatanam in The Southwest Coast of India. *J. Mar. Biol. Ass. India*, 54(2):69-79.
- Verghese, B., E.V. Radhakrishnan, and A. Padhi. 2007. Effect of environmental parameters on immune respons of the Indian spiny lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus 1758). *J. of Fish & Shellfish Immunology*, 23:928-936.
- Vijayakumaran M., M. Anbarasu, and T.S. Kumar. 2010. Moulting and growth in communal and individual rearing of the spiny lobster *Panulirus homarus*.

- J. Mar. Biol. Ass. India.*, 52(2):274-281.
- Wedemeyer, G.A. and W.T. Yasutake. 1977. Clinical methods for the assessment of the effects of environmental stress on fish health. Vol. 89. Department of The Interior Fish and Wildlife Service. Washington DC.???pp
- Wendelaar, B.S.E. 1997. The stress response in fish. *Physiol Rev*, 77:591-625.
- Zooneveld, N.E., A. Huisman, dan J.H. Boon. 1991. Prinsip-prinsip budidaya ikan. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 285hlm.

Diterima : 4 April 2016
Direview : 16 Juni 2016
Disetujui : 28 Juni 2016

