

**DAMPAK PENGGUNAAN SISTEM FILTRASI FISIK YANG BERBEDA
TERHADAP KADAR GLUKOSA HEMOLYMPH DAN TINGKAT KELANGSUNGAN
HIDUP JUVENIL LOBSTER PASIR *Panulirus homarus***

**IMPACT OF NURSERY USING DIFFERENT PHYSICAL FILTRATION SYSTEM
ON HEMOLYMPH GLUCOSE LEVEL AND SURVIVAL RATE OF SPINY
LOBSTER JUVENILE *Panulirus homarus***

Ega Aditya Prama^{1*}, Eddy Supriyono¹, Kukuh Nirmala¹, dan Kukuh Adiyana²

¹Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, FPIK-IPB, Bogor

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan-Balitbang KP-KKP, Jakarta

*E-mail: ega.prama88@gmail.com

ABSTRACT

The problems in culture of early juvenile phase of spiny lobster *Panulirus homarus* is low survival rate of the seed. One of strategies to improve production is using filtration system during nursery of spiny lobster. The aim of this study to evaluate differentiation of physical filtration system on response stress and survival rate of juvenile *P. homarus*. Experimental design of this study consisted of four treatments and two replications. The treatments were using flow through system without protein skimmer and filter (K), filtration system with protein skimmer (SK), filtration system with top filter (F) and filtration system with combinations of protein skimmer and top filter (SKF). *P. homarus* with initial weight 0.18 ± 0.01 g were cultured for 60 days with density 250 lobster/tank. During maintenance, *P. homarus* were fed trash fish with feeding rate 20% of body weight. Parameters of glucose hemolymph were evaluated to determine stress response. Stress response was determined at day 0, 6, 20 and 60. Parameters of survival rate were determined at the end of experiment. The result showed that the treatment of filtration system with combination of protein skimmer and top filter (SKF) decreased stress response by decreasing glucose hemolymph of juvenile *P. homarus* during maintenance. Survival rate also higher ($P < 0.05$) in treatment SKF (33.2%) than other treatments. It is concluded that SKF was the best physical filtration system for juvenile period of spiny lobster *P. homarus*.

Keywords: filtration system, glucose hemolymph, spiny lobster, survival rate

ABSTRAK

Permasalahan dalam budidaya lobster pasir *Panulirus homarus* yaitu rendahnya tingkat kelangsungan hidup pada fase juvenil tahap awal. Salah satu solusi untuk meningkatkan produksi adalah dengan menggunakan sistem filtrasi fisik selama pendedran lobster. Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi perbedaan sistem filtrasi fisik terhadap respons stres dan tingkat kelangsungan hidup juvenil *P. homarus*. Penelitian ini terdiri dari empat perlakuan dan dua ulangan. Perlakuan menggunakan sistem aliran kontinu tanpa protein skimmer dan top filter (kontrol), sistem filtrasi fisik dengan protein skimmer (SK), sistem filtrasi fisik dengan top filter (F) dan sistem filtrasi fisik dengan kombinasi protein skimmer dan top filter (SKF). Bobot awal *P. homarus* sebesar $0,18 \pm 0,01$ g dipelihara selama 60 hari dengan kepadatan 250 ekor / bak. Selama pemeliharaan, *P. homarus* diberi pakan ikan rucah sebanyak 20% dari bobot. Parameter uji untuk respons stres yaitu glukosa hemolymph dianalisis pada hari 0, 6, 20 dan 60. Parameter tingkat kelangsungan hidup diamati pada akhir penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan sistem filtrasi fisik dengan menggunakan kombinasi protein skimmer dan top filter (SKF) mampu menurunkan respons stres dengan menurunkan glukosa hemolymph pada juvenil *P. homarus* selama pemeliharaan. Tingkat kelangsungan hidup juga lebih tinggi ($P < 0,05$) pada perlakuan SKF (33,2%) dibandingkan perlakuan lainnya. Dapat disimpulkan bahwa SKF adalah sistem filtrasi fisik terbaik untuk pendedran juvenil lobster pasir *P. homarus*.

Kata kunci: glukosa hemolymph, lobster pasir, sistem filtrasi, tingkat kelangsungan hidup

I. PENDAHULUAN

Lobster pasir *Panulirus homarus* merupakan salah satu komoditas unggulan perikanan yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Permintaan lobster setiap tahunnya terus meningkat, sedangkan pasokan lobster tidak tersedia secara kontinyu (Drengstig and Bergheim, 2013). Sejak tahun 2004 hingga 2006 telah terjadi penurunan yang signifikan terhadap jumlah tangkapan lobster dunia dari 84.000 ton pada tahun 2004 menjadi 78.000 ton pada tahun 2006 (FAO, 2007). Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas penangkapan lobster di alam telah mencapai titik maksimum (Phillips and Kittaka, 2000). Salah satu upaya untuk memenuhi permintaan pasar adalah dengan melakukan budidaya lobster.

Fase hidup lobster pasir terdiri dari beberapa tahapan yaitu telur, nauplisoma, filosoma, puerulus, lobster muda (juvenil), dan lobster dewasa. Fase puerulus memiliki ciri tubuh menyerupai lobster dewasa namun belum memiliki kerangka luar yang keras. Fase akhir puerulus lobster ditandai dengan munculnya kerangka luar yang telah mengandung zat kapur pada tubuh lobster (Junaidi *et al.*, 2011). Menurut Jones (2007), fase awal dari juvenil lobster pasir dimulai pada saat munculnya pigmen warna pada puerulus dan memiliki panjang tubuh total 2 cm.

Kegiatan budidaya pada pembesaran lobster di Indonesia pada umumnya menggunakan benih dengan ukuran beragam yaitu berkisar antara 20-50 g/ekor. Keberagaman ukuran menjadi salah satu kendala dalam kegiatan budidaya pembesaran lobster pasir. Keberagaman ukuran benih yang digunakan, menyebabkan tingkat kanibalisme semakin tinggi (Johnston *et al.*, 2006). Solusi untuk menghasilkan benih yang seragam yaitu dengan proses pendederan. Pendederan untuk fase *puerulus* hingga juvenil stadia awal masih belum banyak dilakukan khususnya di Indonesia, hal ini dikarenakan tingkat kematian pada fase tersebut masih sangat

tinggi. Menurut Thuy and Ngoc (2004), tingkat kematian puerulus sampai dengan juvenil pada kegiatan pendederan mencapai lebih dari 50% bahkan hingga mencapai 100%. Kematian lobster *Panulirus cygnus* fase puerulus di alam diperkirakan mencapai 80-98% (Phillips *et al.*, 2003). Resiko kematian yang tinggi pada kegiatan pendederan fase tersebut menyebabkan perlu adanya perbaikan teknologi untuk meningkatkan produktivitas.

Sistem filtrasi fisik pada ruang tertutup (*indoor*), menjadi salah satu teknologi yang dapat diterapkan dalam proses pendederan juvenil lobster pasir. Kegiatan pendederan secara *indoor* memiliki kelebihan dibanding *outdoor*, yaitu lebih rendahnya biaya operasional pemberian pakan dan infrastruktur (James *et al.*, 2002). Sistem filtrasi fisik berfungsi untuk mempertahankan dan menjaga kualitas air agar tetap layak untuk proses budidaya. Selain untuk menjaga kualitas air, sistem filtrasi fisik juga mampu meminimalisir serangan penyakit (Drengstig and Bergheim, 2013). Sistem filtrasi fisik juga bertujuan untuk proses aklimatisasi benih lobster. Proses pendederan lobster ini, memberi kesempatan bagi benih untuk melakukan adaptasi dengan lingkungan yang baru, sehingga benih yang dihasilkan lebih adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan dan mampu mengurangi tingkat kematian benih (Syda-Rao *et al.*, 2010).

Top filter dan *protein skimmer* adalah alat yang digunakan untuk menjaga kualitas air dalam sistem filtrasi fisik. Prinsip kerja *top filter* yaitu dengan memanfaatkan gaya gravitasi untuk mengalirkan air secara bertahap dari bagian *box* filter teratas menuju bagian *box* filter yang lebih bawah. Media yang digunakan pada *top filter* umumnya memiliki porus atau kapiler-kapiler yang berfungsi untuk menyaring kotoran dan menyimpannya dalam kapiler tersebut. Sistem *top filter* bekerja secara mekanis. Sistem *top filter* dapat menambah konsentrasi oksigen di media perairan dengan meningkatkan interaksi antara udara dengan

permukaan air melalui jatuhnya air dari *top filter* ke permukaan air (Lekang, 2013). Prinsip kerja dari *protein skimmer* adalah mengangkat berbagai jenis buangan zat organik yang berasal dari organisme akuatik dengan menggunakan gelembung yang dihasilkan.

Bahan organik yang memiliki masa jenis lebih rendah dibandingkan dengan air akan terikat dan terbawa oleh buih ke permukaan dan akhirnya dibuang. Penggunaan *protein skimmer* pada budidaya abalone *hybrid (Haliotis discus)* mampu menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik, selain itu juga dapat meningkatkan kualitas air serta efisiensi pakan (Rahman *et al.*, 2012). Tetapi penggunaan gabungan antara *top filter* dan *protein skimmer* belum banyak diteliti, sehingga perlu dilakukan penelitian penggunaan *top filter* dan *protein skimmer* khususnya pada pendederan lobster.

Stres merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kesehatan lobster. Tanggapan stres adalah reaksi fisiologis normal terhadap perubahan kondisi habitat atau lingkungan (Evans, 2003). Respons stres merupakan salah satu parameter fisiologis, yang dapat diamati secara kuantitatif, untuk mengetahui pengaruh penggunaan sistem filtrasi fisik yang berbeda.

Menurut Lorenzon *et al.* (2007), jumlah konsentrasi glukosa dalam *hemolymph*, bisa menjadi salah satu indikator respons stres pada lobster. Stres pada lobster akan menyebabkan kadar glukosa dalam *hemolymph* meningkat. Kadar glukosa sangat sensitif terhadap hormon stres, peningkatan kadar glukosa *hemolymph (hyperglycemia)* merupakan indikator terjadinya stres awal pada lobster (Lesmana, 2013).

Hipotesis dari penelitian ini adalah pendederan juvenil lobster dengan menggunakan sistem filtrasi fisik tertentu mampu menurunkan kadar glukosa *hemolymph* sehingga dapat meningkatkan tingkat kelangsungan hidup juvenil lobster pasir *P. homarus*.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu dan tempat penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2015 sampai dengan Oktober 2015, di Balai Besar Budidaya Air Laut Lombok, Stasiun Gerupuk Lombok Tengah. Uji kadar glukosa *hemolymph* dilakukan di Laboratorium Fisiologi Fakultas Kedokteran Hewan IPB.

2.2. Prosedur Penelitian

Juvenil lobster pasir *Panulirus homarus* yang digunakan pada penelitian didapat dari nelayan atau pengepul di daerah Gerupuk, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat. Benih yang digunakan sebanyak 2000 ekor, dengan kepadatan 250 ekor untuk setiap bak perlakuan. Lobster yang ditebar memiliki bobot rata-rata $0,18 \pm 0,01$ g dengan panjang total rata-rata $2,03 \pm 0,02$ cm.

Penelitian ini terdiri dari empat perlakuan dan dua kali ulangan yaitu, bak kontrol menggunakan sistem *flow through* (K); bak perlakuan dilengkapi dengan *protein skimmer* (SK); bak perlakuan dilengkapi dengan *top filter* (F); bak perlakuan dilengkapi dengan *protein skimmer* dan *top filter* (SKF).

2.3. Kegiatan Penelitian

2.3.1. Pemeliharaan Lobster

Lobster terlebih dahulu diaklimatisasi selama tujuh hari pada bak aklimatisasi sebelum dipindahkan pada bak perlakuan. Setelah diaklimatisasi lobster ditebar pada bak perlakuan yang terdiri dari empat buah bak beton berukuran $(4 \times 2 \times 1)$ m³ yang masing-masing sudah disekat menjadi dua bagian berukuran $(2 \times 2 \times 1)$ m³ dengan ketinggian air 40 cm. Aerasi dilakukan dengan menggunakan aerator jenis *diffuser*, dengan jumlah titik aerasi sebanyak 12 titik untuk masing-masing bak. Bak perlakuan dilengkapi *shelter* sebanyak 25 buah yang terbuat dari pipa paralon PVC, dengan ukuran diameter *shelter* 7 cm dan tinggi 10 cm.

Penelitian ini berlangsung selama 60 hari, selama penelitian lobster diberi pakan ikan rucah sebanyak 20% dari bobot tubuh. Pemberian pakan dilakukan satu kali dalam sehari yaitu pada pukul 17:00 WITA.

2.4. Parameter Uji

Parameter uji yang diamati selama penelitian yaitu parameter respons stres meliputi glukosa *hemolymph*. Analisa glukosa mengacu pada Wedemeyer and Yasutake (1977). Pengamatan dilakukan pada hari ke 0, 6, 20 dan 60. Parameter kinerja produksi yang diamati yaitu tingkat kelangsungan hidup dihitung pada akhir penelitian.

2.5. Analisis Data

Data hasil pengukuran kadar glukosa *hemolymph* dan tingkat kelangsungan hidup ditabulasi dengan menggunakan program software Microsoft Exel 2013 dan untuk mengetahui adanya perbedaan antar perlakuan atau tidak, data dianalisis dengan uji T menggunakan software SAS 9.1.3 dengan tingkat selang kepercayaan 95%.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

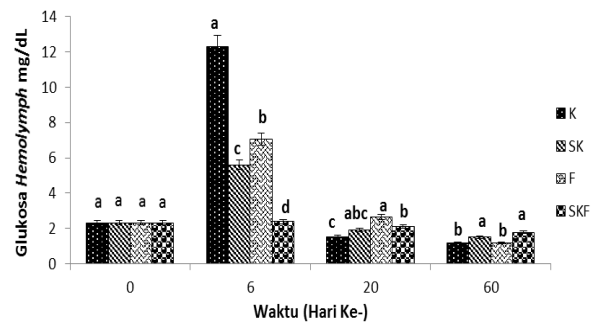
3.1.1. Kadar Glukosa *Hemolymph* Lobster

Hasil pengamatan untuk nilai kadar glukosa *hemolymph* menunjukkan adanya peningkatan untuk semua perlakuan pada hari ke-6, kemudian menurun pada hari ke-20. Secara keseluruhan kisaran glukosa *hemolymph* berada pada 1,182 - 12,309 mg/dL. Gambaran perbandingan glukosa *hemolymph* untuk berbagai perlakuan dapat dilihat pada Gambar 1.

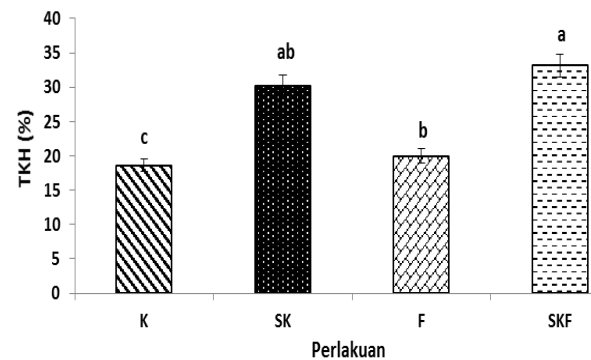
3.1.2. Tingkat Kelangsungan Hidup Lobster

Tingkat kelangsungan hidup (TKH) tertinggi terdapat pada perlakuan SKF sebesar $33,2 \pm 5,6\%$, sedangkan paling rendah terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 18,6

$\pm 2,1\%$. Hasil analisis uji T menunjukkan, tingkat kelangsungan hidup pada SKF berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan perlakuan F dan Kontrol, tetapi tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan perlakuan SK. Secara keseluruhan, tingkat kelangsungan hidup dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Parameter kadar glukosa *hemolymph* selama pemeliharaan untuk perlakuan Kontrol (K), *Protein skimmer* (SK), *Top filter* (F), *Protein skimmer* dan *Top filter* (SKF). Huruf yang berbeda pada setiap waktu pengamatan menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$).



Gambar 2. Nilai tingkat kelangsungan hidup (TKH) pada akhir pemeliharaan untuk perlakuan Kontrol (K), *Protein skimmer* (SK), *Top filter* (F), *Protein skimmer* dan *Top filter* (SKF). Huruf yang berbeda pada setiap waktu pengamatan menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$).

3.2. Pembahasan

Lobster pasir yang dipelihara pada sistem filtrasi fisik yang berbeda, menunjukkan respons stres yang berbeda. Hal ini dapat terlihat pada hasil glukosa *hemolymph* (Gambar 1). Secara umum kadar glukosa *hemolymph* pada lobster di awal pemeliharaan meningkat pada hari ke-6, terutama pada lobster yang dipelihara dengan menggunakan sistem filtrasi *flow through* (K), *protein skimmer* (SK) dan *top filter* (F) masing-masing 12,309 mg/dL, 5,609 mg/dL, dan 7.071 mg/dL. Pada hari ke-6, kadar glukosa *hemolymph* secara signifikan tinggi pada lobster yang dipelihara pada perlakuan K dan F. Hal ini diduga karena pada perlakuan K dan F lobster mengalami stres. Peningkatan glukosa darah (*hyperglycemia*) menunjukkan ikan mengalami stres (Hastuti *et al.*, 2003); (Lorenzon *et al.*, 2008); (Abreu *et al.*, 2008); (Supriyono *et al.*, 2010). Menurut Hastuti *et al.* (2003), mekanisme terjadinya *hyperglycemia* adalah sebagai berikut: (1) pemecahan glikogen hati dan otot melalui jalur glikogenolisis yang menghasilkan glukosa dan merupakan efek metabolisme katekolamin; (2) pemecahan protein dan lipid melalui jalur glukoneogenesis yang merupakan efek metabolisme kortisol; (3) inaktivasi insulin sebagai efek metabolisme hormon stres sehingga menutup penggunaan glukosa oleh sel. Menurut Bonga (2011) dan Barton (2002), pada saat stres terjadi peningkatan hormon adrenalin dan kortisol. Adrenalin berfungsi memobilisasi energi secara cepat untuk memfasilitasi respons awal terhadap stres dan selanjutnya menstimulasi pemecahan glikogen (*glycogenolysis*) di hati, sehingga glukosa di dalam darah tinggi (Bonga 2011). Pada hari ke-6, lobster yang dipelihara pada sistem filtrasi SKF menunjukkan kadar glukosa *hemolymph* paling rendah (2,401 mg/dL) dibanding dengan perlakuan yang lain. Rendahnya kadar glukosa *hemolymph* menunjukkan bahwa penggunaan sistem SKF mampu menurunkan tingkat stres pada lobster. Stres menyebabkan sistem homeostasi tubuh lobster terganggu,

sehingga membutuhkan energi yang lebih untuk mempertahankan homeostasi tubuh agar tetap stabil. Menurut Hastuti (2003), pada saat stres, ikan memenuhi kebutuhan energi yang diperlukan untuk mempertahankan homeostasi tubuh yaitu dengan melakukan proses glikogenolisis, glukoneogenesis, lipolisis, glikogenesis dan lipogenesis. Hal tersebut menyebabkan kandungan glukosa *hemolymph* meningkat ketika lobster mengalami stres. Glukosa adalah karbohidrat yang berperan dalam proses bioenergetika hewan, ditransformasikan menjadi energi kimia (ATP) kemudian diubah menjadi energi mekanik (Martinez *et al.*, 2009). Pada penelitian ini penggabungan *protein skimmer* dan *top filter* mampu menurunkan parameter stres yaitu glukosa *hemolymph* lebih baik dibandingkan penggunaan *protein skimmer* dan *top filter* secara terpisah.

Gambar 2 terlihat bahwa, penggunaan SKF mampu menghasilkan tingkat kelangsungan hidup tertinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain walaupun tidak berbedanya dengan perlakuan SK ($p > 0,05$). Hal ini berbanding lurus dengan hasil analisa glukosa *hemolymph* (Gambar 1), dimana perlakuan SKF mampu menurunkan parameter stres sehingga menghasilkan tingkat kelangsungan hidup lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain walaupun tidak berbedanya dengan perlakuan SK ($p > 0,05$). Sedangkan, kondisi stres yang ditunjukkan dengan peningkatan kadar glukosa pada lobster yang dipelihara menggunakan perlakuan K dan F menghasilkan tingkat kelangsungan hidup rendah yaitu 18,6% dan 20%. Menurut Fotedar *et al.* (2006) stres dapat menyebabkan turunnya sistem imunologi terhadap penyakit, gangguan pertumbuhan, kinerja reproduksi yang buruk, dan kelangsungan hidup yang rendah.

IV. KESIMPULAN

Sistem filtrasi fisik kombinasi *protein skimmer* dan *top filter* (SKF), mampu menurunkan respons stres yaitu glukosa

hemolymph lebih cepat, sehingga dapat meningkatkan tingkat kelangsungan hidup lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abreu, J.S., O.A.I Sanabaria, F.D. Goncalves, and E.C. Urbinati. 2008. Stress responses of juvenile matrinxã (*Brycon amazonicus*) after transport in a closed system under different loading densities. *Cienc. Rural.*, 38(5):1413-1417.
- Barton, B.A. 2002. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integr Comp Biol.*, 42(3):517-525.
- Bonga, S.W. 1997. The stress response in fish. *Physiol Rev.*, 77(3):591-625.
- Bonga, S.W. 2011. Hormone response to stress. In: Farrell A.P. (ed.). *Encyclopedia of fish physiology: From genome to Environment*. Academic Press. London. 1515-1523pp.
- Drengstig, A. and A Bergheim. 2013. Commercial land-based farming of European lobster *Homarus gammarus* L. in recirculating aquaculture system (RAS) using a single cage approach. *Aquacultural Engineering*, 53:14-18.
- Evans, L.H. 2003. Rock lobster autopsy manual. Curtin University of Technology. Western Australia. 93p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. 2007. Fish stat plus universal software for fishery statistical time series, <http://www.fao.org/fi/statist/FISHPLUS.as>. [Retrieved on 10 Juni 2016].
- Fotedar, S., L. Evans, and B. Jones. 2006. Effect of holding duration on the immune system of western rock lobster *Panulirus Cygnus*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 143:479-487.
- Hastuti, S., E. Supriyono, I. Mokoginta, and Subandiyono. 2003. Respons glukosa darah ikan gurami *Osphronemus gouramy*, LAC terhadap stres perubahan suhu lingkungan. *J. Akuakultur Indonesia*, 2(2): 73-77.
- James, P.J., L. Tong, and M. Paewai. 2002. Effect of stocking density and shelter on growth and mortality of early juvenile *Jasus edwardsii* held in captivity. *J. Marine and Freshwater Research*, 52:1413-1417.
- 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.
- Jones, C., M Suastika, F. Sukadi, A. Surahman, and D. Shearer. 2007. Studi kelayakan: meningkatkan pembesaran dan nutrisi lobster di Nusa Tenggara Barat. ACIAR. Indonesia. 21hlm.
- Junaidi, M., N. Cokrowati, and Z. Abidin. 2011. Tingkah laku induk betina selama proses pengeraman telur dan perkembangan larva lobster pasir *Panulirus homarus* Linnaeus, 1785. *J. Akuatika*, 2:1-9.
- Lekang, O.I. 2013. *Aquaculture engineering*. Blackwell Science Ltd. Nowergia. 189p.
- Lesmana, D. 2013. Evaluasi pemanfaatan kompartemen di keramba jaring apung terhadap tingkat stres dan pertumbuhan lobster pasir *Panulirus homarus*. Tesis. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor. 26hlm.
- Lorenzon, S., P.G. Giulianini, M. Martinis, and E.A. Ferrero. 2007. Stres effect of different temperatures and air exposure during transport on physiological profiles in the American lobster *Homarus americanus*. *J. Comparative Biochemistry and Physiology*, 147:94-102.
- Lorenzon, S., P.G. Giulianini, S. Libralato, M. Martinis, and E.A. Ferrero. 2008.

- Stres effect of two different transport systems on the physiological profiles of the crab *Cancer pagurus*. *Aquaculture*, 278:156-163.
- Martinez, M., C.F. Martinez, Cordova, R. Ramos and Enriueez. 2009. Cortisol and glucose: reliable indicatos of fish stress?. *J. of Aquatic Science*, 4(20): 158-178.
- McEwen, B.S. and J.C. Wingfield. 2003. The concept of allostatis in biology and biomedicine. *Horm. Behav*, 43(1):2-15.
- Phillips, B.F. and J. Kittaka. 2000. Spinny lobster: Fisheries and culture. Blackwell Science. Osney Mead. 120p.
- Phillips, B.F., R. Melville-Smith, and Y.W. Cheng. 2003. Estimating the effects of removing *Panulirus cygnus* pueruli on the fishery stock. *J. Fishery Research*, 65:89–101.
- Rahman, M.M., S. Kadowaki, S.M. Linn, and Y. Yamada. 2012. Effects of protein skimming on water quality, bacterial abundance and abalone growth in land based recirculating aquaculture systems. *Fisheries and Aquatic Science*, 7:150-161.
- Supriyono, E., Budiyanti, dan T. Budiardi. 2010. Responss fisiologi benih ikan kerapu macan *Ephinephelus fuscoguttatus* terhadap penggunaan minyak sereh dalam transportasi tertutup dengan kepadatan tinggi. *IJMS.*, 15(2):103-112.
- Syda-Rao, R.M. George, M.K. Anil, K.N. Saleela, S. Jasmine, H.J. Kingsly, and R.G. Hanumanta. 2010. Cage culture of the *spiny lobster Panulirus Homarus* (Linnaeus) at Vizhinjam, trivandrum along the South-West Coast of India. *Indian J. of Fisheries*, 57:23-29.
- Thuy and Ngoc. 2004. Curret status and exploitation of wild spiny lobster in Vietnamese Waters. ACIAR. Canberra (AU). 13-17pp.
- Wedemeyer, G.A. and W.T. Yasutake. 1977. Clinical methods for the assessment of the effects of environmental stress on fish health. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. Washington DC (US). 18p.
- Diterima* : 12 Juni 2017
Direview : 26 Juni 2017
Disetujui : 30 November 2017

