

Full Paper

PENINGKATAN PERFORMA REPRODUKSI INDUK UDANG WINDU, *Penaeus monodon* JANTAN TAMBAK MELALUI APLIKASI BAHAN ADITIF DALAM PAKAN MATURASI

IMPROVEMENT OF REPRODUCTIVE PERFORMANCES OF POND-REARED MALE TIGER SHRIMP, *Penaeus monodon* BY SUPPLEMENTING FEED ADDITIVE FOR MATURATION DIET

Asda Laining*, Samuel Lante, Kamaruddin

Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau, Maros
Jl. Mamur Dg. Sitakka No. 129, Maros, Sulawesi Selatan 90511

*Penulis untuk korespondensi, E-mail: asdalaining@yahoo.com

Abstrak

Salah satu penyebab tidak terjadinya perkawinan alami induk udang windu di tambak maupun dalam bak terkontrol diduga karena spermatozoa induk jantan tidak matang karena kekurangan mikro nutrisi yang berperan dalam produksi sperma yang berkualitas diantaranya beberapa asam amino, vitamin dan mineral tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan dosis optimum bahan aditif komersil terhadap kualitas sperma induk udang windu jantan asal tambak. Pakan uji dibuat dengan 3 perlakuan yaitu dosis SX yang berbeda yaitu 0 (SX0), 20 (SX20) dan 30 g/kg pakan (SX30). Formulasi pakan yang digunakan adalah formulasi yang dikembangkan berdasarkan hasil penelitian sebelumnya. maka udang windu jantan diperoleh dari petambak tradisional sebanyak 250 ekor dengan kisaran berat antara 57-99 g dan berumur sekitar 8 bulan (fase prematurasi) Untuk mengetahui efek pakan uji pada tingkat perkawinan alami udang windu, setelah 4 bulan uji pakan, induk jantan dikawinkan dengan induk betina alam dan diamati performa reproduksinya. Selama 2 bulan uji pakan (umur udang jantan sekitar 10 bulan), dari 15 ekor induk jantan yang diamati ternyata masih ada induk jantan yang belum membawa spermatopora masing-masing bak perlakuan. Sebanyak 10 ekor induk jantan (67%) yang diberi pakan SX30 mulai terlihat membawa spermatofor dan 8 ekor (53%) pada bak yang diberi pakan SX0 dan SX20. Sementara itu, spermatofor yang sudah berwarna putih masih berkisar 13-20% pada ke-3 perlakuan. Jumlah sperma udang jantan yang diberi pakan SX20 tertinggi yaitu 124×10^6 sel (n=29), dan terendah pada pakan yang tidak disuplemen SX yaitu 75×10^6 sel. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada induk betina yang matang gonad, ternyata induk betina yang diberi pakan SX0 tidak ditemukan membawa spermatofor, sementara induk yang diberi pakan SX30 ditemukan 4 ekor yang membawa spermatofor. Fekunditas telur induk yang dihasilkan pada ke-2 perlakuan relatif sama yaitu 164,166 butir pada SX0 dan 186,489 butir pada SX30. Meskipun fekunditas telur pada ke-2 perlakuan relatif sama ternyata tidak ditemukan telur yang fertil (yang dibuahi) pada induk yang diberi SX0 dan sebanyak 34% telur yang dipijahkan oleh induk yang diberi SX30 kondisinya fertil/terbuahi sehingga dapat menetas sebanyak 33%. Aplikasi bahan aditif sebanyak 30 g/kg dalam pakan induk udang windu jantan tambak dapat meningkatkan tingkat fertilisasi telur sebesar 34% lebih tinggi dibandingkan 0% pada pakan yang tidak diberi bahan aditif.

Kata kunci: bahan aditif, induk jantan tambak, tingkat perkawinan

Abstract

Low mating rate in domesticated tiger shrimp both in pond and controlled tank is probably due to immature spermatozoa because of deficiency of several micronutrients such as amino acid, certain vitamins and minerals. The purpose of this experiment was to determine the effect of commercial feed additive and to obtain its optimum dose in improving the sperm quality of pond-reared male black tiger. Test diet containing three different levels of feed additive used as treatment at 0 (SX0), 20 (SX20) dan 30 g/kg pakan (SX30). Formulation used in this experiment was standard formulation developed through previous experiment. Two hundreds and fifty male tiger shrimps were obtained from traditional earthenpond with weight range from 57 to 99 g and months of age around 8 months (prematuration stage). In order to evaluate the effect of dietary treatments on natural mating rate and fertilized eggs, after 4 months feeding trial, male stocks were mated with wild female tiger shrimp then observed their performances. After 2 months feeding trial (age of male around 10 months), from 15 male stocks visually observed, it was still found undeveloped

spermatophore in each of the tank. Slight development of spermatophore was observed in male stocks fed SX30 around 67% and 53% was found in shrimp fed SX0 and SX20. Furthermore, spermatophore with white color ranged from 13-20% in all dietary treatments. Number of sperm cell in male fed with SX20 was the highest 24×10^6 cell and the lowest was found in male fed SX0 yaitu 75×10^6 cell. Female maturing without spermatophore in its thelicum was not found in group fed SX0 and female maturing bearing spermatophore was occurred in 4 females. Egg fecundity were relative similar in the two groups which was 164,166 eggs obtained in SX0 and 186,489 eggs in SX30. Even though fecundity of the two groups was quite similar, no fertiled egg was spawned by female fed SX0 while in group SX30, 34% of the eggs was fertile and hatched around 33%. The application of additives as much as 30 g / kg in male tiger shrimp broodstock feed ponds can increase the level of fertilization of eggs by 34% higher than 0% in the feed additive.

Keywords: feed additive, mating rate, pond-reared male stock

Pengantar

Pakan buatan meskipun memiliki banyak kelebihan (Coman *et al.*, 2007a, Hoa, 2009, Laining *et al.*, 2014a), penggunaannya sebanyak 100% pada induk udang windu belum memberikan performansi sebaik induk yang diberi pakan segar. Pada umumnya unit pembenihan udang windu maupun jenis udang lainnya di Indonesia masih menggunakan 100% pakan segar untuk proses pematangan gonad. Penggunaan pakan buatan pada udang windu asal tambak yang dikombinasikan dengan pakan segar dengan perbandingan 60:40% dapat memberikan performansi reproduksi yang relatif sama jika induk udang windu tambak diberi 100% pakan segar (Laining *et al.*, 2014a).

Secara morfologis, berat induk jantan dan betina asal tambak sudah mencapai berat seperti induk alam yaitu > 100 g untuk betina dan mencapai 90 g untuk jantan. Akan tetapi performansi reproduksi induk asal budidaya belum sebaik induk alam khususnya induk Aceh. Dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan masih ditemukan berbagai kendala yang berhubungan dengan aspek biologi dan fisiologi reproduksi udang windu, khususnya perkawinan secara alami (Coman *et al.*, 2007b; Hoa, 2009). Selama pemeliharaan udang windu di tambak hingga fase prematurasi (bobot betina < 80 g) maupun hingga fase maturasi (bobot > 80 g), tidak ditemukan udang betina yang membawa spermatofor baik saat panen dilakukan di tambak maupun saat uji pakan maturasi di bak pematangan gonad yang menunjukkan bahwa udang windu tidak melakukan perkawinan secara alami (Laining *et al.*, 2014b). Tidak terjadinya perkawinan alami diduga karena induk jantan tidak memijah karena spermatoformnya belum matang yang ditandai dengan seringnya ditemukan spermatofor yang warnanya cenderung bening. Pongtippatee *et al.* (2007) melaporkan bahwa rendahnya tingkat

perkawinan alami yang menyebabkan rendahnya telur yang fertil berhubungan dengan fertilitas induk jantan. Salah satu teknik yang saat ini diaplikasikan untuk meningkatkan tingkat fertilitas telur udang induk tambak adalah dengan inseminasi buatan (Bart *et al.*, 2006; Coman *et al.*, 2007b; Arnold *et al.*, 2012). Teknik ini dapat menghasilkan telur yang fertil dan larva F2, akan tetapi jumlah larva yang dihasilkan sangat sedikit diduga karena spermatofor yang diimplantasikan terlepas dari telikum induk betina (Laining *et al.*, 2014b).

Penggunaan tepung cacing laut dalam pakan dapat meningkatkan jumlah induk betina yang matang gonad diduga karena kandungan hormonnya khususnya hormon reproduksi (Meunpol *et al.*, 2007 dan 2010) dan bahan aktif yang berhubungan dengan proses reproduksi (Binh *et al.*, 2011). Meskipun sejumlah hormon yang berhubungan dengan reproduksi telah diidentifikasi dalam cacing laut, penggunaan cacing laut tersebut ternyata belum cukup menstimulasi terjadinya perkawinan alami pada induk udang windu asal tambak (Laining *et al.*, 2014b).

Salah satu penyebab tidak terjadinya pemijahan induk jantan udang windu di tambak maupun dalam bak terkontrol diduga karena spermatozoanya tidak matang karena kekurangan mikro nutrien yang berperan dalam produksi sperma yang berkualitas diantaranya asam amino tertentu seperti arginin dan karnitin serta vitamin dan mineral tertentu seperti seng (Zn) dan, kalium (K). Penggunaan bahan aditif komersial yang mengandung campuran asam amino, ekstrak tanaman, vitamin dan mineral yang berhubungan dengan stimulasi produksi sperma yang berkualitas diharapkan dapat meningkatkan performansi reproduksi induk jantan asal tambak sehingga tingkat perkawinan udang windu secara alami dapat ditingkatkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan dosis optimum bahan aditif komersil terhadap kualitas sperma induk udang windu jantan asal tambak untuk meningkatkan tingkat perkawinan alami serta tingkat fertilisasinya sehingga derajat penetasan telur udang windu dapat ditingkatkan.

Bahan dan Metode

Bahan aditif komersil (SX) dan pakan uji

Bahan aditif yang digunakan pada uji pakan ini adalah bahan aditif komersil yang berfungsi meningkatkan kualitas induk jantan. Bahan aditif (SX) tersebut mengandung 9 ekstrak tanaman yang mempunyai efek dalam produksi sel sperma (48%); 5 jenis asam amino (15%) yang dapat menstimulasi produksi sel sperma, campuran mineral khususnya yang berperan dalam meningkatkan fungsi sperma (10%), paprika dan spirulina (10%), campuran nukleotida (1,5%), vitamin C stabil (3%), herbal spesifik dari India (2%) dan bahan aditif untuk maturasi (10%).

Pakan uji dibuat dengan 3 dosis SX yang berbeda yaitu 0 (SX0), 20 (SX20) dan 30 g/kg pakan (SX30). Formulasi pakan yang digunakan adalah formulasi yang dikembangkan berdasarkan hasil penelitian sebelumnya sesuai yang tertera pada Tabel 1. Pakan uji dibuat dalam bentuk pelet kering dan disimpan pada suhu -20°C selama uji pakan berlangsung.

Udang jantan tambak fase prematurasi dan uji pakan

Udang windu jantan yang digunakan sebagai hewan uji pada penelitian ini diperoleh dari tambak tradisional. Udang windu jantan sebanyak 250 ekor dengan kisaran berat antara 57-99 g dan berumur sekitar 8 bulan (fase prematurasi) ditransfer dari tambak ke Instalasi Pembenihan Udang Windu (IPUW) BPPBAP yang berlokasi di Kab Barru. Udang diadaptasikan di ruang karantina selama 5 hari dan dideteksi kondisinya dengan PCR sebelum ditransfer di bak pematangan di ruang Nucleus Centre.

Udang jantan tambak fase prematurasi yang telah diadaptasikan dan bebas patogen berdasarkan hasil negatif deteksi PCR, selanjutnya diseleksi berdasarkan morfologinya. Udang yang cacat khususnya kerusakan pada petasmanya, tidak digunakan pada uji pakan. Udang jantan ditebar dengan kepadatan 50 ekor per bak. Wadah yang digunakan adalah bak pematangan gonad berkapasitas 10 ton yang dilengkapi dengan sistem air mengalir (*flow throw*). Pakan uji diberikan sebanyak 2-2,5% biomas dan diberikan 4x sehari

(08.00; 12.00; 16.00 dan 21.00). Aplikasi pakan uji sesuai *feeding regime* hasil penelitian sebelumnya yaitu 40% pakan segar dan 60% pakan uji dalam bentuk pelet (Laining *et al.*, 2014a).

Tabel 1. Formulasi pakan standar (SX0)* dan pakan uji (SX20, SX30, g/kg) untuk fase maturasi udang windu jantan tambak

Bahan	SX0	SX20	SX30
Tepung ikan teri	180	180	180
Tepung rebon	150	150	150
Tepung tiram	140	140	140
<i>Tepung cacing laut</i>	100	100	100
Tepung cumi	100	100	100
Gluten gandum	30	30	30
Terigu	60	60	60
Minyak ikan	30	30	30
Minyak zaitun	20	20	20
Soy lecithin 70%	15	15	15
Cholesterol	5	5	5
Vitamin premix	35	35	35
Carophyll pink	2,5	2,5	2,5
Stay C ⁴	10	10	10
Vitamin A dan D	0,457	0,457	0,457
Vitamin E	0,2	0,2	0,2
SP Green	5	5	5
Campuran mineral	30	30	30
Mineral organik	5	5	5
Atraktan	2	2	2
SX	0	20	30
CMC	49,9	29,9	19,9

* Laining *et al.* (2014b)

Setelah 3 bulan aplikasi pakan uji, dilakukan pengamatan perkembangan spermatofor pada beberapa ekor induk jantan dengan cara visual dan mencoba mengeluarkan kantong spermatofora udang dengan memberikan shok elektrik menggunakan transformer elektrik yang dilengkapi dua elektroda yang ditempelkan dekat kaki renang ke-5. Dengan adanya kejutan aliran listrik 15 volt/7mA secara teratur selama 1-2 menit, induk jantan mengeluarkan spermatopora secara perlahan-lahan. Selanjutnya spermatopora ditimbang beratnya kemudian dimasukkan dalam tabung homogenizer dan ditambahkan larutan Ca²⁺ bebas garam sebanyak 3 mL dan dihomogenkan. Setelah homogen, suspensi spermatozoa diambil 0,1 mL, ditetaskan pada hemacytometer untuk diamati di bawah mikroskop. Parameter yang diamati meliputi: berat spermatopora, jumlah spermatozoa/induk, persentase hidup spermatozoa (Alfaro, 1993) dan persentase abnormal spermatozoa (Leung-Trujillo & Lawrence, 1987).

Pengamatan tingkat perkawinan pascauji pakan

Untuk mengetahui efek pakan uji pada tingkat perkawinan alami udang windu dalam bak pematangan

gonad, induk jantan yang telah diperlakukan dengan pakan uji selama 4 bulan, selanjutnya dikawinkan dengan induk betina alam. Induk betina alam yang digunakan adalah betina yang tidak membawa spermatofor dalam telikurnya. Untuk mempercepat proses pematangan gonad dilakukan ablasi mata, yang juga akan membuat udang betina *molting* sehingga perkawinan dapat terjadi. Pengamatan yang dilakukan adalah tingkat perkawinan alami dilakukan dengan menghitung induk betina yang membawa spermatopora dalam telikurnya, jumlah induk yang matang gonad dan memijah serta tingkat penetasan telur. Pada saat pengamatan perkawinan berakhir, induk jantan diamati juga kualitasnya seperti yang disebutkan sebelumnya.

Analisa kimia dan data

Analisa kimia berupa asam amino, vitamin A dan E serta beberapa mineral dilakukan pada bahan aditif SX. Data yang diperoleh pada penelitian ini ditampilkan secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Profil asam amino, vitamin dan mineral dalam bahan aditif SX

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan, bahan aditif SX yang digunakan pada penelitian ini mengandung asam amino, beberapa vitamin dan mineral seperti yang tertera pada Tabel 2. Asam amino glutamic acid, cysteine dan glycine yang berkaitan dengan gluathionine (antioksidan yang terdapat dalam spermatozoa) serta asam amino arginin, glycine dan methionine yang berhubungan dengan sintesis creatin yang juga terkandung dalam spermatozoa, terdeteksi dalam bahan aditif uji SX. Kandungan vitamin A dan E bahan aditif tersebut masing-masing 4,72 dan 113,4 mg/kg. Beberapa mineral yang berkaitan dengan nutrisi dalam spermatozoa juga terdeteksi dalam jumlah yang relatif tinggi seperti Zn, K dan P.

Performa induk jantan yang diberi SX dengan dosis yang berbeda

Hasil pengamatan perkembangan spermatofor induk jantan yang dilakukan setelah uji pakan berlangsung

Tabel 2 Profil asam amino (% \pm SD), kandungan vitamin A, E dan beberapa mineral (g/kg) yang terdeteksi dalam bahan aditif (SX) yang digunakan dalam pakan maturasi udang windu jantan tambak

Profile asam amino	(%)	Vitamin dan mineral	mg/kg bahan
Aspartic acid	1,10 \pm 0,08	Vitamin A	4,72 \pm 1,30
Serine	0,21 \pm 0,01	Vitamin E	113,4 \pm 0,49
Glutamic acid	1,67 \pm 0,14	Seng (Zn)	934,1 \pm 9,21
Glycine	0,64 \pm 0,04	Selenium (Se)	<0,002
Histidine	0,31 \pm 0,02	Kromium (Cr)	<0,01
Arginine	0,61 \pm 0,04	Mangan (Mn)	116,3
Threonine	0,14 \pm 0,01	Kalium (K)	5953,5
Alanine	0,75 \pm 0,07	Fosfor (P)	8510,6
Proline	0,94 \pm 0,02		
Cystine	0,66 \pm 0,94		
Tyrosine	0,01 \pm 0,01		
Valine	1,34 \pm 0,10		
Methionine	0,02 \pm 0,02		
Lysine	1,13 \pm 0,07		
Isoleucine	0,74 \pm 0,05		
Leucine	1,07 \pm 0,07		
Phenylalanine	0,52 \pm 0,03		

selama 2 bulan tertera pada Tabel 3. Pada tabel tersebut terlihat bahwa dari 15 ekor induk jantan yang diamati ternyata masih ada induk jantan yang belum membawa spermatopora di masing-masing bak perlakuan. Sebanyak 10 ekor induk jantan (67%) yang diberi pakan SX30 mulai terlihat membawa spermatofor dan 8 ekor (53%) pada bak yang diberi pakan SX0 dan SX20. Sementara itu, spermatofor yang sudah berwarna putih masih berkisar 13-20% pada ke-3 perlakuan. Pada saat pengamatan dilakukan umur udang jantan sekitar 10 bulan.

Sehari setelah pengamatan perkembangan spermatofor dilakukan, udang windu di 3 bak perlakuan ditemukan banyak yang mati. Berdasarkan analisa PCR di Lab Patologi BPPBAP Maros pada beberapa sampel dari ke-3 bak tersebut, ternyata semuanya terdeteksi positif (+++) *white spot*. Pengambilan spermatofor segera dilakukan khususnya pada udang-udang yang kondisinya sudah parah (berenang abnormal) sehingga perhitungan sel spermatozoa masih dapat dilakukan. Sebagai

Tabel 3 Perkembangan spermatofor setelah 2 bulan aplikasi pakan dengan kandungan bahan aditif SX yang berbeda

Perlakuan	Jumlah udang yg diamati (ekor)	Spermatofor masih kosong (ekor)	Spermatofor mulai terlihat (ekor)	Spermatofor warna putih (ekor)
SX0	15	4 (27%)	8 (53%)	3 (20%)
SX20	15	5 (33%)	8 (53%)	3 (20%)
SX30	15	3 (20%)	10 (67%)	2 (13%)

Tabel 4 Berat spermatofor dan jumlah sel spermatozoa induk jantan tambak setelah 2 bulan diberi pakan dengan kandungan bahan aditif SX yang berbeda

Perlakuan	Berat induk jantan (g)	Berat hepato-pankreas (g)	Rata-rata dan kisaran berat spermatofor ((g/induk)	Jumlah spermatozoa ($\times 10^6$ sel)
SX0	55 – 92 g (n= 32)	1,9	0,57 (0,16-2,98)	75,6 (n=27)
SX20	55 – 93 (n = 30)	1,8	0,47 (0,13 – 3,1)	124,2 (n= 29)
SX30	59 – 100 (n = 36)	1,9	0,36 (0,16-1,8)	99,9 (n= 32)

Tabel 5. Fekunditas, tingkat fertilisasi telur dan tingkat penetasan telur dari induk jantan yang diberi pakan SX dan dikawinkan dengan induk betina alam

Variabel reproduksi	SX0	SX30
Jumlah pemijahan (ekor)	4 (n=8)	7 (n=11)
Jumlah induk membawa spermatofor (ekor, %)	Tidak ada (0%)	4 ekor (40%)
Fekunditas telur (butir/ekor)	164,166 (total 656.664)	186,489 (1.305.285)
Tingkat fertilisasi (telur fertil, %)	tidak ada (0%)	492,869 (34%)
Jumlah naupli (ekor/pemijahan)	0	162,912
Tingkat penetasan (%)	0	33.1

upaya mengurangi mortalitas induk akibat serangan *white spot*, pakan pelet uji diperkaya dengan vitamin C stabil sebanyak 1.

Data jumlah sel spermatozoa udang jantan yang diamati setelah 2 bulan uji pakan disajikan pada Tabel 4. Dari tabel tersebut diketahui bahwa kisaran berat spermatofora pada ke-3 perlakuan adalah 0,16-2,98 g pada jantan yang diberi SX0 (n=32); 0,13-3,1 g pada bak SX20 (n=30) dan 0,16-1,8 g pada bak SX30 (n=36). Dari ke-3 kisaran tersebut, rata-rata berat spermatofora tertinggi ditemukan pada bak SX0 dan terendah pada SX30.

Jumlah sperma udang jantan yang diberi pakan SX20 tertinggi yaitu 124×10^6 sel (n=29), dan terendah pada pakan yang tidak disuplemen SX yaitu 75×10^6 sel. Seminggu terserang *white spot*, bak SX20 kondisinya sangat parah dan udang yang dapat bertahan hanya 6 ekor. Sementara udang dibak SX0 masih bertahan sebanyak 21 ekor dan di bak SX30 sebanyak 19 ekor. Uji pakan tetap dilanjutkan pada 2 bak perlakuan dengan jumlah udang ujinya sebanyak 19 ekor (sesuai dengan udang jantan yang bertahan hidup pascainfeksi *white spot*).

Tingkat perkawinan induk jantan tambak dan performa reproduksi

Induk udang jantan yang telah diberi pakan SX selama 4 bulan, selanjutnya dikawinkan dengan induk betina alam untuk diamati tingkat perkawinannya.

Pascaablasia induk betina, jumlah induk yang matang gonad pada induk yang diberi pakan SX0 sebanyak 4 ekor dan 7 ekor pada pakan SX30. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada induk betina yang matang gonad, ternyata induk betina yang diberi pakan SX0 tidak ditemukan membawa spermatofor, sementara induk yang diberi pakan SX30 ditemukan 4 ekor yang membawa spermatofor. Dengan kata lain, induk yang diberi pakan SX30 dapat melakukan perkawinan secara alami dan induk yang diberi pakan SX0 tidak dapat melakukan perkawinan (Tabel 5).

Fekunditas telur induk yang dihasilkan pada ke-2 perlakuan relatif sama yaitu 164,166 butir pada SX0 dan 186,489 butir pada SX30. Meskipun fekunditas telur pada ke-2 perlakuan relatif sama ternyata tidak ditemukan telur yang fertil (yang dibuahi) pada induk yang diberi SX0 dan sebanyak 34% telur yang dipijahkan oleh induk yang diberi SX30 kondisinya fertil/terbuahi sehingga dapat menetas sebanyak 33,1%.

Terjadinya pembuahan pada telur induk betina yang dikawinkan dengan jantan yang diberi pakan SX30 menunjukkan bahwa bahan aditif yang mengandung beberapa herbal dan asam amino tertentu memberikan efek positif terhadap induk udang windu jantan tambak dalam meningkatkan fertilitasnya. Hal ini selanjutnya membuktikan bahwa induk udang windu jantan hasil budidaya tambak mampu membuahi telur jika

perkawinan terjadi yang menyebabkan induk betina dapat membawa spermatofor dalam telikunya.

Kesimpulan

Aplikasi bahan aditif sebanyak 30 g/kg dalam pakan induk udang windu jantan tambak dapat meningkatkan tingkat fertilisasi telur sebesar 33% lebih tinggi dibandingkan 0% pada pakan yang tidak diberi bahan aditif.

Daftar Pustaka

- Alfaro, J. & X. Lozano. 1993. Development and deterioration of spermatophores in pond-reared *Penaeus vannamei*. *Journal of The World Aquaculture Society*, 24(4): 522-529.
- Arnold, S.J., G.J. Coman, C. Burrige & M. Rao. 2012. A novel approach to evaluate the relationship between measures of male fertility and egg fertilization in *Penaeus monodon*. *Aquaculture* 338: 181-189.
- Bart, A., S. Choosuk & D.P.Thakur. 2006. Spermatophore cryopreservation and artificial insemination of black tiger shrimp, *Penaeus monodon* (fabricus). *Aquaculture research* 37: 523-528.
- Binh, T., N., S. Koshio, K. Sakiyama, M.Ishikawa, S.Yokoyama, & A. Md. Kader. 2011. Effects of polychaete extracts on reproductive performance of kuruma shrimp, *Marsupenaeus japonicus* Bate. Part II. Ovarian maturation and tissue lipid composition. *Aquaculture* 334-337: 65-72.
- Coman, G.J., P.J. Crocos, S.J.Arnold, S.J.Keys, B.Murphy & N.P. Preston. 2005. Growth, survival and reproductive performance of domesticated Australian stocks of the giant tiger prawn, *Penaeus monodon*, reared in tanks and raceways. *J. World of Aquaculture Society* 36: 464-479.
- Coman, G.J., S.J. Arnold, T.R.Callaghan & N.P. Preston. 2007a. Effect of two maturation diet combinations on reproductive performance of domesticated *Penaeus monodon*. *Aquaculture* 263: 75-83
- Coman, G.J., S.J. Arnold, M.J. Jones, & N.P. Preston. 2007b. Effect of rearing density on growth, survival and reproductive performance of domesticated *Penaeus monodon*. *Aquaculture* 264: 175-183.
- Coman, G.J., S.J.,Arnold, M. Barclay & D.M. Smith. 2011. Effect of arachidonic acid supplementation on reproductive performance of tank-domesticated *Penaeus monodon*. *Aquaculture Nutrition* 17: 141-151.
- Hoa, N.D. 2009. Domestication of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) in recirculation systems in Vietnam. PhD thesis, Ghent University, Belgium. 189 pp.
- Laining, A., Usman, Muslimin & N.P. Neltje. 2014a. Performansi Pertumbuhan dan Reproduksi Udang Windu Asal Tambak yang Diberi Kombinasi Pakan yang Berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur Volume 9 Nomor 1*: 67-77.
- Laining, A., Usman & Rachmansyah. 2014b. The use of seaworm meal in maturation diet as partial substitution of fresh-diet for pond reared tiger shrimp broodstock, *Penaeus monodon*. *Indonesian Aquaculture Journal Volume 9 Number 2*: 123-132.
- Leung-Trujillo, J. R. & A.L. Lawrence. 1987. Observation on the decline in sperm quality of *Penaeus setiferus* under laboratory. *Aquaculture*, 65:363-370.
- Meupol, O., lam-Pai, S., Suthikrai, W. & Piyatiratitivorakul, S. 2007. Identification of progesterone and 17 β -hydroxyprogesterone in polychaetes (*Perinereis* sp.) and the effects of hormone extracts on penaeid oocyte development in vitro. *Aquaculture* 270: 485-492.
- Meunpol, O., Duangjai, E., Yoopun, R. & Piyatiratitivorakul, S. 2010. Detection of prostaglandin E₂ in polychaetes *Perinereis* sp and its effect on *Penaeus monodon* oocytes development in vitro. *Fisheries Science* 76: 281-286.
- Pongtippatee, P., R. Vanichviriyakit, J. Chavadej, P. Plodpai, B. Pratoomchart, B. Sobhon & B. Withyachumnarnkul. 2007. Acrosome reaction in the sperm of the black tiger shrimp, *Penaeus monodon* (decapoda, Penaidae). *Aquaculture Research* 38: 1635-1644.