

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jra>

PERFORMA REPRODUKSI UDANG WINDU, *Penaeus monodon* TRANSGENIK PASCA INSEMINASI BUATAN MENGGUNAKAN SUMBER SPERMATOFOR YANG BERBEDA

Samuel Lante[#], Andi Tenriulo, dan Andi Parenrengi

Balai Riset Budidaya Perikanan Air Payau dan Penyuluhan Perikanan

(Naskah diterima: 24 November 2017; Revisi final: 5 Januari 2018; Disetujui publikasi: 5 Januari 2018)

ABSTRAK

Udang windu transgenik merupakan udang hasil rekayasa dengan mengintroduksi gen antivirus yang diisolasi dari udang windu untuk menghasilkan fenotipe yang lebih baik. Domestikasi udang transgenik telah dilakukan dan berhasil memijah/bertelur, tetapi umumnya telurnya infertil yang disebabkan tidak terjadinya pembuahan di tambak pemeliharaan. Udang betina tidak kawin ditandai tidak membawa spermatofor di telikurnya. Upaya untuk mendapatkan telur fertil udang dengan inseminasi buatan (IB) perlu dilakukan. Tujuan penelitian untuk mengevaluasi performa reproduksi udang betina transgenik dan mutu larva yang dihasilkan pasca IB menggunakan sumber spermatofor yang berbeda. Penelitian ini dirancang dengan tiga perlakuan yaitu: IB menggunakan spermatofor udang windu jantan transgenik (SJT), spermatofor udang windu jantan alam Sulawesi Selatan (SulSel) (SJS) dan spermatofor udang windu jantan alam Aceh (SJA). IB dilakukan pada udang windu betina transgenik setelah dua hari *moulting*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa udang windu betina transgenik pasca IB perlakuan SJT menghasilkan total telur fertil sebanyak 766.949 butir, perlakuan SJS 535.644 butir dan perlakuan SJA 678.016 butir dengan daya tetas telur fertil yaitu: pada SJT, SJS, dan SJA masing-masing adalah 53,5%; 53,7%; dan 55,0%. Uji vitalitas larva dengan perendaman dalam larutan formalin 150-200 mg/L, perendaman air tawar: 5-15 menit, dan pengeringan 3-9 menit menghasilkan sintasan larva udang yang relatif sama pada ketiga perlakuan. Nilai morfologi larva perlakuan SJT, SJA, dan SJS adalah masing-masing 85,0; 84,5; dan 75,0. Dari hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa performa reproduksi udang windu betina transgenik dan mutu larva yang dihasilkan pasca IB tidak dipengaruhi oleh sumber spermatofor induk udang windu jantan *Penaeus monodon*.

KATA KUNCI: inseminasi buatan; performa reproduksi; spermatofor; udang windu transgenik

ABSTRACT: *Reproductive performance of transgenic tiger shrimp, Penaeus monodon post artificial insemination using different sources of spermatophores. By: Samuel Lante, Andi Tenriulo, and Andi Parenrengi*

Transgenic tiger shrimp, Penaeus monodon has been developed in the last decade to equip shrimp with immunity against viral diseases. However, the effort to produce large quantities of specific pathogen resistance (SPR) tiger shrimp seed is hampered by several constraints in the domestication process. The successfulness of domesticated broodstock in producing larvae is very low due to low fertilization rate. An artificial insemination (AI) offers a solution to increase fertilization rate in crustacean. This study was aimed to evaluate the reproductive performance of female transgenic tiger shrimp broodstock and their larval quality after artificially inseminated with males from different sources. The spermatophores of male from different sources i.e. transgenic male spermatophore (SJT), wild male from South Sulawesi (SJS), and wild male from Aceh (SJA) were collected through electric shock and inseminated to female transgenic broodstock two days after moulting. The results showed that the total numbers of fertile eggs produced from SJT, SJS, and SJA treatment were 766,949 pcs; 535,644 pcs; and 678,016 pcs, respectively and not significantly different ($P > 0.05$). Similar to the number of fertile eggs, the hatching rate of eggs of SJT (53.5%), SJS (53.7%), and SJA (55.0%) also did not indicate any significant differences ($P > 0.05$). On the larval vitality test by soaking the larvae in formalin and freshwater as well as by air exposure at different duration showed no significant difference on the

[#] Korespondensi: Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan, Jl. Makmur Dg. Sitakka No.129, Maros 90512, Sulawesi Selatan, Indonesia.
Tel. + 62 411 371544
E-mail: samuellante98@yahoo.co.id

survival rate ($P > 0.05$) as indicated by score value at each treatment of 85.0, 84.5, and 75.0 for SJT, SJS, and SJA, respectively. In conclusion, the reproductive performance of female transgenic tiger shrimp and their larval quality were not affected by the different sources of spermatophores inseminated artificially during the spawning cycle.

KEYWORDS: artificial insemination; reproductive performances; spermatophore; transgenic tiger shrimp

PENDAHULUAN

Udang windu, *Penaeus monodon* merupakan salah satu komoditas utama perikanan yang terus dikembangkan sebagai sumber pendapatan devisa negara. Untuk menunjang produksi udang windu yang berkelanjutan, maka penyediaan induk harus dilakukan dalam upaya menghasilkan benih yang berkualitas yaitu *specific pathogen resistance* (SPR). Udang windu SPR dapat dihasilkan melalui teknologi transgenesis di mana suatu teknologi rekayasa gen dengan mengintroduksi satu atau lebih *deoxyribo nucleic acid* asing ke hewan uji dengan memanipulasi genotipenya ke arah yang lebih baik (Beaumont & Hoare, 2003). Parenrengi (2010) menyatakan bahwa upaya untuk meningkatkan kualitas benih adalah peningkatan resistensi terhadap patogen melalui transfer gen antivirus *pmAV* (*Penaeus monodon* antivirus) pada embrio udang windu atau dikenal dengan udang windu transgenik. Perakitan *strain* udang windu transgenik dapat memperbaiki karakter-karakter seperti peningkatan laju pertumbuhan dan daya tahan tubuh udang terhadap lingkungan yang ekstrem dan penyakit (Parenrengi *et al.*, 2011).

Domestikasi udang windu transgenik di bak terkontrol dan tambak telah dirintis oleh Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan. Udang windu tersebut secara morfologis memiliki bobot berkisar ≥ 100 g/ekor untuk betina dan mencapai ≥ 70 g/ekor untuk jantan selama ± 13 bulan di tambak (Lante *et al.*, 2015). Namun berbagai kendala masih dihadapi pada udang windu transgenik, terutama yang berhubungan dengan aspek reproduksinya. Induk udang windu betina transgenik dapat memijah dan menghasilkan telur tetapi umumnya tidak fertil. Telur yang unfertil pada udang windu transgenik diduga disebabkan karena pembuahan telur yang tidak sempurna atau tidak terjadi perkawinan sehingga udang betina tidak membawa spermatofor di telikurnya.

Withyachumnakul *et al.* (2002) menyatakan bahwa salah satu kendala udang windu domestikasi adalah fertilitas dan daya tetas telurnya tidak dapat diprediksi. Hal yang sama telah dilaporkan beberapa peneliti bahwa udang windu domestikasi sulit melakukan perkawinan alami dalam wadah pemeliharaan (Coman *et al.*, 2007a; Hoa, 2009). Untuk mendapatkan telur fertil maka salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah inseminasi

buatan (IB). IB telah diaplikasikan pada spesies udang putih, *Litopenaeus vannamei* (Arce *et al.*, 2004); udang windu, *Penaeus monodon* domestikasi (Lante, 1997; Hoa *et al.*, 2009; Laining *et al.*, 2014). Hal yang sama IB dilakukan pada udang windu hasil budidaya dapat meningkatkan fertilitas telur dan menghasilkan larva (Bart *et al.*, 2006; Coman *et al.*, 2007a; dan Arnold *et al.*, 2012).

Induk udang windu di perairan Indonesia memiliki mutu, jumlah sperma, dan variasi genetika yang berbeda-beda. Udang windu asal perairan Aceh dan Sumbawa secara genetika memiliki variasi gen lebih tinggi yaitu tingkat heterozigositas dan jumlah alel per lokus lebih tinggi dibandingkan udang windu yang berasal dari perairan Jawa Timur dan Sulawesi Selatan (Moria *et al.*, 2002). Demikian pula jumlah sperma udang windu asal perairan Aceh lebih tinggi dibandingkan jumlah sperma dalam spermatofor udang windu perairan Sulawesi Selatan (Lante *et al.*, 2014). Udang windu asal perairan Sumbawa memiliki jumlah sperma lebih tinggi daripada jumlah sperma udang windu asal tambak Banyuwangi dan Pejarakan Bali (Lante & Haryanti, 2005). Lante & Laining (2016) telah melakukan aplikasi IB pada udang windu betina alam menggunakan spermatofor dari udang jantan alam perairan Sulawesi Selatan (SS) dan jantan dari perairan Aceh (SA) menghasilkan daya tetas telur yang relatif sama yaitu 61,6% pada SS dan 61,7% pada SA, namun aplikasi IB pada udang windu transgenik menggunakan sumber spermatofor udang alam perairan Aceh, udang alam perairan Sulsel dan udang jantan transgenik belum dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa reproduksi udang windu betina transgenik dan mutu larva yang dihasilkan pasca IB menggunakan sumber spermatofor yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Hewan uji yang digunakan pada percobaan ini adalah induk udang windu betina transgenik. Produksi larva udang windu transgenik dilakukan dengan menggunakan teknik perendaman telur (*transfeksi*). Telur yang terbuahi sekitar 5-10 menit setelah pemijahan udang windu alam (Aceh), dipindahkan ke *petridish* ukuran 35 mm x 10 mm, kemudian ditambahkan larutan 5 μ g DNA plasmid dan 8 μ L larutan *transfeksi jetPEI*. Total campuran reaksi sekitar 2,5 mL dan diinkubasi pada suhu ruangan selama 50 menit. Hasil inkubasi telur dari beberapa *petridish*

dibersihkan dan selanjutnya digabung dalam bak fiber konikal volume 200 L untuk penetasan larva (Parenrengi, 2010). Pemeliharaan larva sampai ukuran juvenil dilakukan di *hatchery*. Sedangkan pembesaran juvenil sampai mencapai induk udang windu transgenik dilakukan selama \pm 12 bulan di tambak.

Sumber spermatorfor berasal dari udang jantan transgenik, udang jantan alam Sulsel dan udang jantan alam Aceh. Udang windu tersebut diadaptasikan dalam bak terkontrol selama tiga minggu. Selama proses adaptasi udang windu betina dan jantan diberi pakan kombinasi cacing laut, cumi dan kerang tiga kali setiap hari. Penelitian ini dirancang dengan tiga perlakuan yaitu: IB menggunakan spermatorfor udang windu jantan transgenik (SJT), spermatorfor udang windu jantan alam Sulsel (SJS) dan spermatorfor udang windu jantan alam Aceh (SJA). Bobot dan panjang udang windu betina dan jantan yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Teknik Inseminasi Buatan

Tahap awal dari IB ini adalah mengeluarkan spermatorfor induk jantan dengan cara memberikan kejutan listrik (Sandifer *et al.*, 1984). Kejutan listrik ini dilakukan dengan menggunakan transformer elektrik yang dilengkapi dua elektroda. Kedua elektroda ditempelkan dekat kaki renang ke-5 dibagian bawah badan udang. Dengan adanya kejutan listrik 15 volt/7 mA selama 2-3 detik secara teratur, maka udang jantan mengeluarkan spermatorfor secara perlahan-lahan. Spermatorfor yang dikeluarkan diambil

menggunakan pinset kemudian dimasukkan ke telikum udang windu betina secara hati-hati. Satu ekor udang betina diinseminasi satu spermatorfor. Aplikasi IB dilakukan pada induk betina setelah dua hari *moulting*. Untuk mempercepat pematangan gonad udang betina, dilakukan pemotongan tangkai mata atau ablasi (Nurdjana.1985).

Kondisi Pemeliharaan Selama Pematangan, Pemijahan, dan Penetasan Udang Windu

Pemeliharaan induk selama proses pematangan gonad menggunakan bak beton volume 3 m³ sebanyak enam buah dengan ketinggian air 60 cm, dengan pergantian air sebanyak 150% per hari. Induk udang diberi pakan berupa kombinasi cacing laut, cumi, dan kerang sebanyak 15% dari biomassa udang dengan frekuensi pemberian pakan tiga kali sehari yaitu pada pagi, siang, dan sore hari. Pakan tambahan berupa semi *moist pellet* komersial sebanyak 0,5% dari total bobot badan udang diberikan pada malam hari. Pada umumnya induk udang betina mengalami kematangan gonad dalam kurun waktu 14-21 hari setelah ablasi. Pengamatan induk matang gonad dilakukan setiap pukul 16.00-17.00 WITA. Induk matang (TKG-III—IV) dipindahkan ke bak pemijahan volume 200 L. Pemijahan terjadi pada malam hari. Induk setelah memijah (bertelur) dikembalikan ke bak pematangan. Penetasan telur dilakukan dalam bak yang sama dengan bak pemijahan setelah dilakukan pembersihan, penghitungan, pengukuran diameter telur, dan pembersihan telur dengan iodine. Panen *nauplii* dilakukan pada hari berikutnya setelah penghitungan.

Tabel 1. Bobot dan panjang (\pm SD) induk udang windu transgenik yang digunakan pada pengamatan IB menggunakan sumber spermatorfor yang berbeda

Table 1. *Body weight and body length (\pm SD) of transgenic broodstock of black tiger shrimp used in the observation of artificial insemination using different sources of spermatophores*

Variabel (Variables)	Perlakuan (Treatments) ¹⁾		
	SJT	SJS	SJA
Jumlah udang betina (ekor) / Number of female (ind.)	22	22	22
Bobot udang betina (Female body weight) (g)	112.0 \pm 15.3	105.7 \pm 24.6	99.0 \pm 20.8
Panjang udang betina (Female total length) (cm)	22.1 \pm 1.2	21.6 \pm 1.3	20.7 \pm 1.4
Jumlah udang jantan (ekor) / Number of male (ind.)	22	22	22
Bobot udang jantan (Male body weight) (g)	85.4 \pm 6.4	68.8 \pm 7.4	67.3 \pm 6.0
Panjang udang jantan (Male total length) (cm)	20.7 \pm 0.8	18.4 \pm 1.4	19.2 \pm 0.9

¹⁾SJT = induk betina diinseminasi spermatorfor jantan transgenik (Female broodstock inseminated with transgenic males spermatophore)
 SJS = induk betina diinseminasi spermatorfor jantan alam Sulawesi Selatan (Female broodstock inseminated with South Sulawesi males spermatophore)
 SJA = induk betina diinseminasi spermatorfor jantan alam Aceh (Female broodstock inseminated with Aceh males spermatophore)

Kondisi Pemeliharaan Larva

Pemeliharaan larva transgenik F-1 (perlakuan SJT) dan larva transgenik G-1 (perlakuan SJS dan SJA) dilakukan dalam bak 1,0 ton sebanyak enam buah mewakili tiga perlakuan dan dua ulangan dengan kepadatan larva 75 ekor/L pada salinitas 29-31 ppt. Pakan alami berupa *Chaetoceros* sp. diberikan pada stadia naupli-6 sampai zoea-3 sebanyak 5.000-20.000 sel/mL, sedangkan pada stadia mysis-1 sampai postlarva-3 diberikan *Skeletonema* sp. dengan kepadatan 25.000-35.000 sel/mL dan *Artemia salina* sebanyak 5-15 naupli/larva, serta pakan tambahan berupa pakan larva zoea, mysis, dan PL. Pergantian air mulai dilakukan pada stadia zoea-3 hingga stadia postlarva dengan tingkat yang berbeda (15%-50%). Pemeliharaan larva dilakukan sampai mencapai pascalarva-12 (PL-12).

Parameter yang diamati meliputi: derajat pemijahan, tingkat pembuahan, fekunditas telur, diameter telur, daya tetas telur, dan histologi spermatofor, serta uji vitalitas dan morfologi larva. Derajat pemijahan adalah persentase jumlah induk yang memijah dari jumlah induk yang diinseminasi. Tingkat pembuahan telur adalah persentase jumlah telur yang terbuahi oleh sperma. Fekunditas merupakan jumlah telur yang dihasilkan oleh seekor induk udang windu (Yano *et al.*, 1996), jumlah telur dapat dihitung dengan rumus:

$$F = (Vb : Vg) \times n$$

di mana:

- F = fekunditas (butir telur)
- Vb = volume air di dalam bak pemijahan (L)
- Vg = volume air dalam *beaker glass* (mL)
- n = jumlah telur yang ada di dalam *beaker glass* (butir)

Histologi spermatofor dilakukan di Balai Besar Veteriner (BBVET) di Maros. Pengamatan vitalitas larva (PL-12) secara kimiawi dilakukan dengan perendaman formalin konsentrasi berbeda dan secara fisik menggunakan perendaman air tawar dan pengeringan dengan waktu berbeda. Jumlah individu setiap wadah adalah 15 ekor/ulangan. Pengamatan respons larva normal, stres, dan mati setelah uji dilakukan. Uji morfologi larva menggunakan PL-12 sebanyak 15 ekor/perlakuan. Larva diletakkan satu per satu pada objek gelas dan secara teratur dilakukan pengamatan morfologi pada bagian: antenulla, hepatopankreas, usus depan, usus belakang, ekor kipas, otot ekor, kromatofor, penempelan, dan larva stres menggunakan mikroskop. Pengamatan morfologi pada penelitian ini yaitu larva dengan penampakan morfologi normal dan sehat diberi kode positif (+) dan larva tidak normal atau lemah diberi kode negatif (-).

Penilaian morfologi larva udang mengacu pada metode yang dikembangkan oleh Haryanti *et al.* (2005). Nilai morfologi larva diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$NM = \frac{LN}{TL} \times PBM$$

di mana :

- NM = nilai morfologi
- LN = jumlah larva normal yang diamati
- TL = total larva yang diamati
- PBM = persentase bobot morfologi

Sebagai data penunjang dilakukan pengamatan kualitas air di bak pematangan dan pemeliharaan larva udang windu transgenik meliputi: pH, oksigen terlarut, salinitas, dan suhu. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan gambar, serta dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN BAHASAN

Performa Reproduksi Udang Windu Transgenik

Hasil pengamatan performa reproduksi udang windu betina transgenik pasca IB menggunakan sumber spermatofor yang berbeda disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan SJT, dari 22 ekor induk betina transgenik yang diinseminasi, sebanyak 13 ekor (59%) yang matang gonad dan dapat memijah. Induk yang tetap membawa spermatofor pada saat memijah sebanyak delapan ekor dari 13 ekor yang memijah (62%). Jumlah telur yang diperoleh pada perlakuan ini sebanyak 1.097.205 butir atau rata-rata 84.400 butir/induk dengan telur fertil 766.949 butir. Total *nauplii* yang diperoleh dari telur fertil tersebut sebanyak 410.390 ekor atau daya tetas telur sebesar 53,5%. Selanjutnya diameter telur yang dipijahkan oleh induk udang pada perlakuan SJT ini adalah $252 \pm 5,4 \mu\text{m}$.

Pada perlakuan SJS, jumlah induk betina yang melakukan pemijahan adalah delapan ekor atau 36% dari 22 ekor induk betina transgenik yang diinseminasi. Jumlah telur sebanyak 961.953 butir dengan rerata 120.244 butir/induk dengan diameter telur $246 \pm 0,5 \mu\text{m}$. Jumlah induk betina yang tetap membawa spermatofor pada saat memijah adalah empat ekor dengan total telur fertil sebanyak 535.644 butir, menghasilkan total *nauplii* sebanyak 287.560 ekor atau daya tetas telur sebesar 53,7%. Pada perlakuan SJA, jumlah induk memijah adalah 12 ekor atau 55% dari 22 ekor induk betina transgenik yang

Tabel 2. Performa reproduksi induk betina transgenik pasca IB menggunakan sumber spermatofor yang berbeda
 Table 2. Reproductive performances of transgenic female broodstock after artificially inseminated with different sources of spermatophores

Variabel (Variables)	Perlakuan (Treatments)*		
	SJT	SJS	SJA
Jumlah induk udang betina yang diinseminasi (ekor) <i>Number of inseminated female (ind.)</i>	22	22	22
Jumlah induk betina memijah (ekor) <i>Number of spawned female broodstock (ind.)</i>	13 (59%)	8 (36%)	12 (55%)
Jumlah induk betina membawa spermatofor setelah memijah (ekor) <i>Number of female broodstock bearing spermatophore after spawn (ind.)</i>	8 (62%)	4 (50%)	8 (67%)
Jumlah induk telur tidak menetas (ekor) <i>Number of spawner infertile eggs (ind.)</i>	5 (38%)	4 (50%)	4 (33%)
Jumlah telur (butir) <i>Egg total (pcs)</i>	1,097,205 (n=13)	961,953 (n=8)	852,682 (n=12)
Diameter telur (butir) <i>Egg diameter (µm)</i>	252 ± 5.4 (n=280)	246 ± 0.5 (n=160)	246 ± 0.6 (n=240)
Total telur fértil (butir) <i>Total of fertile egg (pcs)</i>	766,949 (n=8)	535,644 (n=4)	678,016 (n=8)
Jumlah total naupli (ekor) <i>Total nauplii (ind.)</i>	410,390 (n=8)	287,560 (n=4)	371,983 (n=8)
Daya tetas dari total telur <i>Hatching rate of egg total (%)</i>	39.13	29.89	43.63
Daya tetas telur fértil <i>Hatching rate of fertile egg (%)</i>	53.51	53.68	55.00

Keterangan (Note): *SJT= induk betina diinseminasi spermatofor jantan transgenik (*female broodstock was inseminated with transgenic male spermatophore*); SJS= induk betina diinseminasi spermatofor jantan alam SulSel (*female broodstock was inseminated with South Sulawesi male spermatophore*); SJA= induk betina diinseminasi spermatofor jantan Aceh (*female broodstock was inseminated with Aceh male spermatophore*)

diinseminasi. Jumlah telur adalah 852.682 butir atau rata-rata 71.057 butir/induk dengan telur fertil 678.016 butir. Total *nauplii* yang diperoleh dari telur fertil sebanyak 371.983 ekor atau daya tetas telur sebesar 55,0%. Rerata diameter telur yang dihasilkan induk pada perlakuan SJA adalah 246 ± 0,6 µm.

Tingkat pembuahan telur dari jumlah telur yang dihasilkan pasca IB pada perlakuan SJA sebesar 67% atau ada delapan ekor induk yang memijah pada perlakuan ini menghasilkan telur yang dapat menetas dengan daya tetas dari total telur yang dipijahkan sebesar 43,63% (Tabel 2). Nilai ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan SJT yang tingkat pembuahannya sebesar 62% dan daya tetas dari total telurnya sebesar 39,1% dan perlakuan SJS yang tingkat pembuahannya sebesar 50% dan daya tetas dari total telurnya sebesar 29,9%. Tingkat pembuahan telur pada induk betina pasca IB pada perlakuan SJA lebih tinggi

dibandingkan perlakuan SJT dan SJS disebabkan oleh jumlah spermatofor terlepas dari telikum induk sejak IB dilakukan hingga induk memijah lebih rendah (33%) dari IB induk pada perlakuan SJT (38%) dan SJS (50%). Pada perlakuan SJT, dari 13 ekor betina yang memijah, delapan ekor yang membawa spermatofor dan mampu membuahi telurnya; sedangkan lima ekor induk yang lain telurnya infertil diduga karena spermatofor yang diinseminasikan lepas dari telikum, demikian pula pada perlakuan SJS dari delapan ekor betina yang memijah, empat ekor yang membawa spermatofor dan mampu membuahi telurnya, sedangkan empat ekor induk yang lain telurnya infertil diduga karena spermatofor yang diinseminasikan lepas dari telikum induk sehingga proses pembuahan tidak terjadi. Apabila daya tetas dihitung berdasarkan total telur fertil, maka perlakuan SJA menghasilkan daya tetas telur tertinggi yaitu 55,0%; menyusul perlakuan SJS (53,7%); dan terendah perlakuan SJT (53,5%).

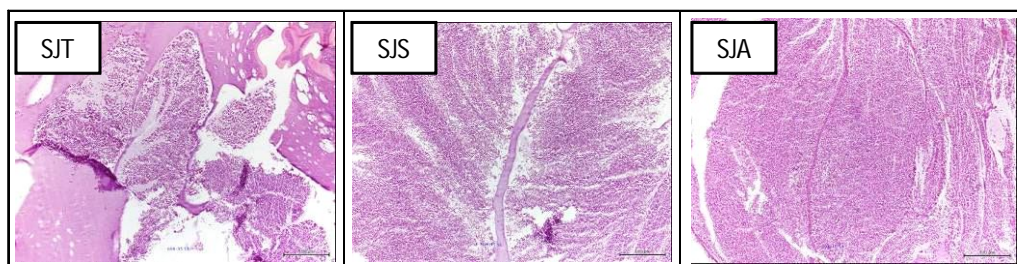
Tingkat pembuahan telur yang lebih tinggi pada perlakuan SJA dibandingkan dengan perlakuan SJS dan SJT tidak secara langsung memengaruhi total *nauplii* yang dihasilkan pada ketiga perlakuan. Kelompok perlakuan SJA menghasilkan *nauplii* lebih rendah daripada perlakuan SJT, meskipun tingkat pembuahan telur dari jumlah telur yang dihasilkan pasca IB pada perlakuan SJA lebih tinggi daripada perlakuan SJT dan SJS. Tingkat pembuahan telur lebih tinggi pada perlakuan SJA, diduga disebabkan jumlah sperma dalam spermatofor untuk membuahi telur lebih banyak pada perlakuan SJA dari jumlah sperma dalam spermatofor pada perlakuan SJS dan SJT. Hasil perhitungan jumlah sperma tertinggi dalam spermatofor udang jantan didapatkan pada perlakuan SJA sebanyak $96,3 \times 10^5$ sel/ekor; menyusul jumlah sperma dalam spermatofor udang jantan perlakuan SJS ($84,0 \times 10^5$ sel/ekor) dan terendah pada udang jantan perlakuan SJT yaitu $62,1 \times 10^5$ sel/ekor. Hasil histologi spermatofor induk udang windu jantan dari sumber yang berbeda disajikan pada Gambar 1. Gambar 1 tersebut memperlihatkan jumlah spermatozoa dalam spermatofor udang jantan pada perlakuan SJA lebih padat dibandingkan jumlah spermatozoa dalam spermatofor udang jantan perlakuan SJS dan SJT. Tingkat pembuahan telur perlakuan SJA lebih tinggi dibandingkan perlakuan SJS dan SJT, namun tingkat penetasan telur pada perlakuan SJA relatif sama dengan tingkat penetasan telur pada perlakuan SJS dan SJT. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa performa reproduksi udang windu betina transgenik pasca IB spermatofor udang jantan SJT relatif sama dengan IB menggunakan spermatofor udang perlakuan SJS dan SJA (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa performa reproduksi induk betina transgenik pasca IB tidak dipengaruhi oleh sumber spermatofor induk udang jantan yang diaplikasikan. Tingkat penetasan telur yang

diperoleh pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan tingkat penetasan telur pada aplikasi IB udang windu betina alam menggunakan sumber spermatofor dari Sulawesi Selatan yaitu 61,6% dan 61,7% dari Aceh (Lante & Laining, 2016). Tingkat penetasan telur yang lebih rendah pada penelitian ini disebabkan induk yang digunakan merupakan udang windu transgenik hasil domestikasi sedangkan pada penelitian Lante & Laining (2016) menggunakan induk udang windu betina yang bersumber dari alam. Daya tetas telur udang windu betina transgenik domestikasi pasca IB menggunakan spermatofor induk jantan domestikasi dan alam lebih rendah dibandingkan daya tetas telur udang windu hasil domestikasi berkisar 63%-75% (Hoa, 2009). Hal ini diduga disebabkan kualitas induk yang digunakan berbeda, jumlah telur, dan fertilisasi telur yang dihasilkan berbeda, serta mutu spermatozoa induk jantan yang berbeda pada saat IB aplikasikan. Tingkat penetasan telur pasca IB pada beberapa jenis udang berbeda-beda seperti *Farfantepenaeus paulensis* (Peixoto *et al.*, 2004), udang putih, *L. vannamei* (Arce *et al.*, 2008), *P. merguensis* (Memon *et al.*, 2012), dan *P. monodon* (Arnold *et al.*, 2012). Arnold *et al.* (2012) menyatakan bahwa tingkat penetasan telur sangat ditentukan oleh mutu sperma normal yang diinseminasikan. Kualitas sperma udang windu ditentukan pula oleh keanekaragaman makanan yang dimakan (Lante & Haryanti, 2005).

Vitalitas Benih PL-12

Pengujian benih udang windu transgenik yang telah mendapatkan perlakuan, menunjukkan hasil yang tidak berbeda. Hal ini terlihat dalam Tabel 3.

Vitalitas benih udang perlakuan SJT, SJS, dan SJA dengan pengujian menggunakan konsentrasi



Gambar 1. Spermatozoa dalam spermatofor udang windu jantan dari lokasi yang berbeda, histologi dilakukan dengan pewarnaan hematoxilin-eosin; SJT = spermatofor induk jantan transgenik, SJS= spermatofor induk jantan alam Sulsel; SJA = spermatofor induk jantan alam Aceh.

Figure 1. Spermatozoa in the spermatophore of male tiger shrimp, *Penaeus monodon*, from different locations, the hematoxilin-eosin was used on spermatophores histology, SJT= transgenic male shrimp spermatophore; SJS= South Sulawesi wild male shrimp spermatophore; SJA = Aceh wild male shrimp spermatophore.

Tabel 3. Vitalitas benih udang windu transgenik F-1 dan G-1 setelah uji dengan larutan formalin, pengeringan, dan perendaman air tawar
 Table 3. *Vitality of shrimp fry transgenic F-1 and G-1 after treated using formaldehyde, dry, and freshwater test*

	Perlakuan (Treatments)*					
	SJT		SJT		SJA	
	Sehat <i>Normal</i> (%)	Stres <i>Stress</i> (%)	Sehat <i>Normal</i> (%)	Stres <i>Stress</i> (%)	Sehat <i>Normal</i> (%)	Stres <i>Stress</i> (%)
Perendaman formaldehide <i>Dipping in formaldehyde</i>						
150 mg/L	80 ± 10	20 ± 10	87 ± 6	13 ± 6	97 ± 6	3 ± 6
175 mg/L	60 ± 10	40 ± 10	70 ± 6	30 ± 6	77 ± 6	23 ± 6
200 mg/L	40 ± 27	60 ± 27	40 ± 10	60 ± 10	67 ± 6	33 ± 6
Pengeringan kertas saring <i>Dried on filter paper</i>						
3 menit (<i>minute</i>)	73 ± 6	27 ± 6	40 ± 10	60 ± 20	67 ± 6	33 ± 6
6 menit (<i>minute</i>)	70 ± 10	30 ± 10	50 ± 17	50 ± 17	57 ± 6	43 ± 6
9 menit (<i>minute</i>)	60 ± 10	40 ± 10	43 ± 21	57 ± 21	50 ± 0	50 ± 0
Perendaman air tawar <i>Dipping in freshwater</i>						
5 menit (<i>minute</i>)	80 ± 10	20 ± 10	60 ± 20	40 ± 20	67 ± 6	33 ± 6
10 menit (<i>minute</i>)	63 ± 6	37 ± 6	53 ± 6	47 ± 6	50 ± 10	50 ± 10
15 menit (<i>minute</i>)	30 ± 10	70 ± 10	30 ± 10	70 ± 10	30 ± 10	70 ± 10

Keterangan (Note): ¹SJT = postlarva F-1 udang windu hasil dari betina transgenik yang diinseminasi spermator jantan transgenik (*postlarvae produced by transgenic female inseminated with transgenic male spermatophore*); SJS = postlarva G-1 udang windu hasil dari betina transgenik yang diinseminasi spermator jantan alam SulSel (*postlarvae by produced transgenic female inseminated with South Sulawesi male spermatophore*); SJA = postlarva G-1 udang windu hasil dari betina transgenik yang diinseminasi spermator jantan Aceh (*postlarvae produced by transgenic female inseminated with Aceh male spermatophore*)

perendaman formalin, waktu pengeringan, dan perendaman air tawar berbeda menunjukkan bahwa tingkat stres semakin meningkat dengan meningkatnya konsentrasi formalin, lama pengeringan dan perendaman air tawar. Keadaan stres ini akan pulih kembali setelah benih dipindahkan dalam air laut dan diaerasi. Sintasan benih pada ketiga perlakuan dengan uji formalin relatif sama, namun ada kecenderungan benih hasil IB perlakuan SJA lebih tahan terhadap perendaman formalin dibandingkan benih perlakuan SJT dan SJS. Sedangkan uji benih dengan pengeringan dan perendaman air tawar pada ketiga perlakuan menunjukkan bahwa benih perlakuan SJT mampu bertahan dengan tingkat stres lebih rendah dari benih udang perlakuan SJS dan SJA. Selama pengujian perendaman formalin, pengeringan, dan perendaman air tawar tidak ada benih yang mengalami kematian pada ketiga perlakuan. Sintasan benih pada penelitian ini relatif sama dengan sintasan benih udang windu

perlakuan ablasi dan udang windu transgenik dengan uji vitalitas yang sama (Lante *et al.*, 2014; Lante *et al.*, 2015). Sintasan benih pada penelitian ini lebih tinggi dari sintasan benih udang windu (97%) dengan perendaman formalin konsentrasi (150 dan 200 mg/L) dan pengeringan (5 dan 10 menit) memberikan sintasan benih udang windu (90%-93%) yang menggunakan bakteri *Alteromonas* sp. BY-9 dalam pemeliharaan larvanya (Haryanti *et al.*, 2003). Demikian pula sintasan benih pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan sintasan benih yang menggunakan bakteri probiotik *Alteromonas* sp. BY-9 dalam pemeliharaan larva udang melalui pakan alami dan buatan (Haryanti *et al.*, 2002). Perbedaan sintasan benih diduga disebabkan stadia dan jenis PL yang digunakan berbeda. Pada penelitian Haryanti (2002; 2003) menggunakan udang windu non-transgenik stadia PL-10, sedangkan pada penelitian ini digunakan benih transgenik stadia PL-12. Stadia PL berukuran

lebih besar memiliki daya tahan tubuh lebih kuat terhadap faktor lingkungan dibandingkan stadia PL lebih kecil. Perbedaan kemampuan benih dalam merespons uji vitalitas yang diberikan mungkin berhubungan dengan perlakuan yang diterapkan selama pemeliharaan larva. Selain itu, kualitas dan kuantitas kuning telur yang terkandung dalam tubuh *nauplius* menentukan vitalitas, pertumbuhan, dan sintasan benih (Anggoro, 1992). Kualitas kuning telur ditentukan oleh kualitas dan kuantitas pakan yang dikonsumsi oleh induk (Kanazawa, 1988). Oleh karena itu, pengujian secara kimia dan fisik biasa digunakan sebagai indikator kemampuan vitalitas benih untuk mengetahui mutu benih udang windu transgenik yang dihasilkan.

Nilai Morfologi Benih PL-12

Nilai morfologi benih yang diperoleh pada penelitian ini adalah 85,0 pada perlakuan SJT, menyusul perlakuan SJA yaitu 84,5 dan terendah pada perlakuan SJS sebesar 75,0 (Tabel 4). Perbedaan nilai morfologi pada penelitian ini terdapat pada organ hepatopankreas, usus depan, dan tingkat stres benih masing-masing perlakuan. Hasil pengamatan organ hepatopankreas benih perlakuan SJT tampak bersih

atau transparan, namun ada noda hitam pada organ hepatopankreas benih perlakuan SJS dan SJA. Demikian pula organ usus depan benih perlakuan SJT dan SJA penuh makanan, tetapi benih perlakuan SJS kurang makanan. Tingkat stres benih udang perlakuan SJT dan SJA lebih rendah daripada tingkat stres benih udang perlakuan SJS.

Nilai morfologi benih perlakuan SJT relatif sama dengan nilai morfologi benih perlakuan SJA disebabkan sumber spermatofor yang diinseminasikan keduanya udang jantan asal Aceh (udang jantan transgenik adalah turunan dari induk udang windu Aceh) dan udang jantan alam asal Aceh. Sedangkan perlakuan SJS spermatofor yang diinseminasikan bersumber dari udang windu jantan alam Sulawesi Selatan. Nilai morfologi benih transgenik perlakuan SJT dan SJA relatif lebih tinggi dari nilai morfologi perlakuan SJS disebabkan udang windu Aceh memiliki keragaman genetik lebih tinggi sehingga lebih tahan terhadap fluktuasi lingkungan dibandingkan udang windu asal perairan SulSel (perlakuan SJS). Moria *et al.* (2002) menyatakan bahwa udang windu asal perairan Aceh secara genetika memiliki variasi gen lebih tinggi dibandingkan udang windu yang berasal dari perairan Sulawesi Selatan. Nilai morfologi benih udang windu transgenik perlakuan

Tabel 4. Nilai morfologi benih udang windu transgenik F-1 dan G-1 setelah diuji secara morfologi

Table 4. Morphology value of shrimp transgenic F-1 and G-1 after treated using morphology test

Varibel morfologi <i>Variables morphology</i>	Perlakuan <i>Treatments</i> ¹⁾		
	SJT	SJS	SJA
Antenulla (<i>Antenulla</i>)	5	4.5	4.5
Hepatopankreas (<i>Hepatopancreas</i>)	16	14	14
Usus depan (<i>Midgut</i>)	15	13.5	15
Usus belakang (<i>Intestine</i>)	6	4	7
Otot ekor (<i>Tail muscel</i>)	9	9	9
Ekor (<i>Uropoda</i>)	4.5	4.5	4
Kromatofor (<i>Chromatophore</i>)	2.5	3	4
Penempelan (<i>Attachment</i>)	12	12	12
Stres (<i>Stress</i>)	15	10.5	15
Total nilai morfologi	85.0	75.0	84.5

Keterangan (Note): ¹⁾SJT = postlarva hasil dari betina transgenik yang diinseminasi spermatofor jantan transgenik (*postlarvae produced by transgenic female inseminated with transgenic male spermatophore*); SJS = postlarva hasil dari betina transgenik yang diinseminasi spermatofor jantan alam SulSel (*postlarvae produced by transgenic female inseminated with South Sulawesi male spermatophore*); SJA = postlarva hasil dari betina transgenik yang diinseminasi spermatofor jantan Aceh (*postlarvae produced by transgenic female inseminated with Aceh male spermatophore*)

SJT, SJS, dan SJA pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan nilai morfologi benih udang windu pada perlakuan ablasi dan tanpa ablasi tetapi diinduksi hormon masing-masing 87 dan 91 (Lante *et al.*, 2014), tetapi lebih tinggi dari nilai morfologi benih udang *P. merguensis* dan udang *L. vannamei* selama pemeliharaan larva dengan aplikasi dan tanpa aplikasi bakteri *Alteromonas* sp. BY-9 berturut-turut 65,7 dan 75,0 (Haryanti *et al.*, 2003). Kualitas benih udang windu ditentukan pula oleh manajemen lingkungan pemeliharaan. Peranan lingkungan pemeliharaan berkorelasi positif terhadap laju pertumbuhan dan vitalitas larva udang. Hal ini sangat berguna untuk mencegah terjadinya variabilitas ukuran benih udang (Arce & Moss, 2000; Atwood *et al.*, 2003). Oleh sebab itu, uji vitalitas dan morfologi benih yang dipadukan dengan manajemen lingkungan pemeliharaan udang merupakan syarat utama untuk mendapatkan performa larva udang windu transgenik yang bermutu. Hasil pemantauan kualitas air selama pematangan gonad meliputi pH 7,8-7,9; oksigen terlarut 4,5-5,5 mg/L; salinitas 34,2-34,8 ppt; dan suhu 28,2°C-29,8°C; serta pada pemeliharaan larva meliputi pH 8,2-8,9; oksigen terlarut 4,5-5,7 mg/L; salinitas 34,2-34,4 ppt; dan suhu 28,9°C-30,9°C. Parameter kualitas air tersebut mendukung pematangan gonad dan pemeliharaan larva udang windu transgenik selama penelitian berlangsung.

KESIMPULAN

Keberhasilan inseminasi buatan dan reproduksi induk betina (jumlah telur, diameter telur, total telur fertil, dan daya tetas telur) pada udang windu transgenik tidak dipengaruhi oleh sumber spermatofor induk jantan. Dari uji vitalitas larva secara fisik, kimia, dan morfologi juga tidak ada perbedaan antar perlakuan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Wendy Santiadinata, Tuti Asriani, Umar, dan teknisi lainnya pada Instalasi Pembenuhan Udang Windu, di Barru yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini. Penelitian ini merupakan kegiatan yang didanai oleh DIPA-APBN Tahun 2015.

DAFTAR ACUAN

Anggoro, S. (1992). *Efek osmotik berbagai tingkat salinitas media terhadap daya tetas telur dan vitalitas larva udang windu, **Penaeus monodon** Fab.* Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor, 230 hlm.

Arce, S.M., & Moss, S.M. (2000). Correlation between two size classes of Pacific white shrimp,

Litopenaeus vannamei and its potential implications for selective breeding program. *Journal of the World Aquaculture Society*, 31(1), 119-122.

Arce, S.M., Moss, S.M., & Argue, B.J. (2004). Artificial insemination and spawning of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*: implications for a selective breeding program. *UJNR Technical Report*, 28, 5-8.

Arnold, S.J., Coman, G.J., Burrige, C., & Rao, M. (2012). A novel approach to evaluate the relationship between measures of male fertility and egg fertilization in *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 338, 181-189.

Atwood, H.L., Young, S.P., Tomasso, J.R., & Browdy, C.L. (2003). Survival and growth of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* postlarvae in low salinity and mixed-salt environments. *Journal of the World Aquaculture Society*, 34(4), 518-523.

Bart, A., Choosuk, S., & Thakur, D.P. (2006). Spermatozoid cryopreservation and artificial insemination of black tiger shrimp, *Penaeus monodon* (Fabricus). *Aquaculture Research*, 37, 523-528.

Beaumont, A.R., & Hoare, K. (2003). Biotechnology and genetic in fisheries aquaculture. *Blackwell Science*, 158 pp.

Coman, G.J., Arnold, S.J., Callaghan, T.R., & Preston, N.P. (2007a). Effect of two maturation diet combinations on reproductive performance of domesticated *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 263, 75-83.

Haryanti, Permana, G.N., Moria, S.B., Giri, N.A., & Sugama, K. (2002). Penggunaan bakteri probiotik *Alteromonas* sp. BY-9 dalam pemeliharaan larva udang melalui pakan alami dan buatan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 8(5), 55-66.

Haryanti, Permana, I G.N., Moria, S.B., Sugama, K., & Murtini, J.T. (2003). Penerapan bakteri, *Alteromonas* sp. BY-9 awetan untuk produksi benih udang windu, *Penaeus monodon*. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 9(2), 47-55.

Haryanti, Moria, S.B., Permana, G.N., Wardana, K., & Muzaki, A. (2005). Pembenuhan *Penaeus semisulcatus*/*Penaeus merguensis* serta pemantapan teknik pembenuhan *Litopenaeus vannamei* melalui kontrol biologi. Laporan Balai Besar Riset perikanan Budidaya Laut, Gondol. Bali, 17 hlm.

Hoa, N.D. (2009). *Domestication of black tiger shrimp (Penaeus monodon) in recirculation systems in Vietnam*. PhD Thesis. Ghent University. Belgium, 183 pp.

Kanazawa, A. (1988). Broodstock nutrition. p. 132-159. In Watanabe (ed.). *Fish nutrition and mariculture*. JICA textbook. The General Aquaculture Course, p. 132-159.

- Laining, A., Usman, & Rachman Syah. (2014). 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*, 9(1), 125-135.
- Lante, S. (1997). Studi pendahuluan IB pada induk udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) asal tambak. *Prosiding II Seminar Nasional Biologi XV. Konservasi dan Pendayagunaan Sumber Daya Alam Hayati di Indonesia yang Berwawasan Lingkungan*. Perhimpunan Biologi Indonesia Cabang Lampung. Universitas Lampung. Lampung, hlm. 712-716.
- Lante, S., & Haryanti. (2005). Keragaan spermatozoa udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) asal laut dan tambak. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 11(7), 13-19.
- Lante, S., Laining, A., & Parenrengi, A. (2014). Performa reproduksi udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) jantan alam dan domestikasi tambak. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, hlm. 693-700.
- Lante, S., Tenriulo, A., & Parenrengi, A. (2015). Performa larva udang windu, *Penaeus monodon* transgenik dan tanpa transgenik pmAV pasca uji vitalitas dan morfologi. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, hlm. 199-225.
- Lante, S., & Laining, A. (2016). Aplikasi inseminasi buatan pada udang windu, *Penaeus monodon* alam menggunakan sumber dan jumlah spermatofor yang berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur*, 11(3), 271-280.
- Memon, A.J., Talpur, A.D., Khan, M.I., Fariddudin, M.O., Safiah, J., Abol-Munafi, A.B., & Ikhwanuddin, M. (2012). Optimization of spermatozoa cryopreservation protocol of Banana shrimp (*Penaeus merguinsis*) (de Man, 1888). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11, 1688-1704.
- Moria, S.B., Haryanti, Sugama, K., & Permana, I G.N. (2002). Variasi genetika induk udang windu, *P. Monodon* melalui analisa RAPD (*Random Amplification Polymorphism DNA*). *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, IX(1), 29-33.
- Nurdjana, M.L. (1985). *Pengaruh ablasi mata terhadap perkembangan telur dan embrio serta kualitas larva udang windu (Penaeus monodon Fab.)*. Disertasi. Fakultas Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta, 470 hlm.
- Parenrengi, A. (2010). *Peningkatan resistensi udang windu Penaeus monodon terhadap penyakit white spot syndrome virus melalui transfer gen Penaeus monodon antiviral*. Disertasi Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor, 108 hlm.
- Parenrengi, A., Tenriulo, A., Tonnek, S., & Lante, S. (2011). Transfer antivirus pada udang windu, *Penaeus monodon* dalam berbagai konsentrasi Deoxyribo Nucleic Acid. *Jurnal Riset Akuakultur*, 6(3), 353-361.
- Peixoto, S., Cavalli, R.O., Krummenauer, D., Wasielesky, W., & D'Incao, F. (2004). Influence of artificial insemination on the reproductive performance of *Farfantepenaeus paulensis* in conventional and unisex maturation systems. *Aquaculture*, 230, 197-204.
- Sandifer, P.A., Lawrence, A.L., Harris, S.G., Chamberlain, G.W., Stokes, A.D., & Bray, W.A. (1984). Electrical stimulation of spermatozoa expulsion in marine shrimp. *Aquaculture*, 41, 181-187.
- Withyachumnankul, B., Plodpai, P., Nash, G., & Fegan, D. (2002). Growth rate and reproductive performance of F4 domesticated *Penaeus monodon* broodstock. *The 3rd National Symposium of Marine Shrimp*. November 8-9, 2001, Sirikit National Convention Center, Bangkok. The National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, National Science and Technology Development Agency. Thailand, p. 33-40.
- Yano, I., Ruchimat. T., Sutarmat, T., Tridjoko., Lante, S., Hutapea, J.H., Makinouchi, S., & Kuma, C. (1996). Effects of vitamin E on maturation and spawning in giant tiger prawn, *Penaeus monodon*. *Suisanzoshoku*, 44(4), 497-502.