

**PERFORMA PERTUMBUHAN CALON INDUK UDANG WINDU
Penaeus monodon TRANSFEKSI PADA GENERASI YANG BERBEDA**

***GROWTH PERFORMANCE OF TRANSFECTION TIGER SHRIMP
BROODSTOCK Penaeus monodon IN DIFFERENT GENERATION***

Hidayat Suryanto Suwoyo* dan Sahabuddin

Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan, Maros

*E-mail: yayhat_95@yahoo.com

ABSTRACT

Diseases resistant genes assemblage for tiger shrimp has been initiated by The Research Institute for Coastal Aquaculture in collaboration with Bogor Agricultural Institute, through transgenesis approach under anti-virus genes transfection. The study aimed to evaluate the growth performance of broodstock candidates of tiger shrimp at different generati on (F_0 and F_1). This research was conducted at 2000 m² size of four ponds in Takalar Regency, South Sulawesi. The treatment was different generations of broodstocks, which were: broodstocks originated from F_0 generation, (A) and F_1 (B). The 22.63 to 28.57 g of broodstock candidates were stocked 0.5 ind.m⁻² and then reared for 128 days. During rearing period, these shrimp were fed using commercial pelleted feed with content 36-38% of protein in dosage of 10-4%/body weight. Feeding frequency was applied in the morning and in the evening. Measured variables were growth, size distribution, survival rate and water quality. The results indicated that the performances of these shrimps, growth, size distributions as well as survival rates between these F_0 and F_1 were not significantly different ($p>0.05$). The growth pattern was relatively equal between treatment during rearing period. Survival rate of tiger shrimp in this study ranged from 51.7 to 73.35%. This study have implications on the provision of superior broodstock shrimp in ponds in order to support the sustainability of shrimp seed production in hatchery.

Keywords: broodstock, production, transgenic, tiger shrimp

ABSTRAK

Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan (BRPBAP3) bekerjasama dengan IPB Bogor dengan memanfaatkan teknologi transgenesis melalui transfeksi gen antivirus. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa pertumbuhan, distribusi ukuran, dan sintasan udang windu generasi F_0 dan F_1 . Penelitian menggunakan 4 petak tambak berukuran 2.000 m² di Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Sebagai perlakuan adalah perbedaan generasi calon induk, yakni F_0 (A) dan F_1 (B). Padat tebar yang digunakan adalah 0,5 ekor/m² dengan bobot awal berkisar 22,63-28,57 g/ekor. Selama pemeliharaan udang diberi pakan komersial dengan kadar protein 36-38% dengan dosis 10% pada bulan pertama dan menurun hingga 4% pada bulan keempat dari bobot total udang dengan penyesuaian dosis pakan yang diestimasi sesuai hasil sampling. Frekuensi pemberian pakan dilakukan pada pagi dan sore hari. Peubah yang diamati meliputi pertumbuhan, distribusi ukuran, sintasan udang windu dan kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa performa pertumbuhan, distribusi ukuran dan sintasan udang windu turunan F_0 tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dengan turunan F_1 . Pola pertumbuhan udang windu pada kedua perlakuan relatif sama. Sintasan udang windu yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar 51,7-73,35%. Hasil penelitian ini berimplikasi pada penyediaan induk unggul udang windu asal tambak dalam rangka mendukung kesinambungan produksi benih udang panti pembenihan.

Kata Kunci: calon induk, produksi, transgenik, udang windu

I. PENDAHULUAN

Udang windu *Penaeus monodon* merupakan salah satu komoditi unggulan di sektor perikanan budidaya yang telah memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap peningkatan devisa negara. Peningkatan produksi udang terutama sangat pesat di era tahun 1980an, sampai awal tahun 1990. Setelah itu, produksi udang mengalami penurunan yang sangat drastis akibat serangan penyakit yang disebabkan oleh organisme patogen berupa virus, bakteri, parasit, dan jamur. dan sampai saat ini permasalahan tersebut belum dapat diatasi sepenuhnya. (Atmomarsono, 2004; Anshary dan Sriwulan, 2013).

Penurunan mutu lingkungan dan ketersediaan benih yang tidak bermutu sering memicu munculnya penyakit udang yang menyebabkan kegagalan dalam usaha budidaya di tambak. Kegiatan perbenihan memegang peranan sangat besar menentukan peningkatan produksi perikanan khususnya perikanan budidaya. Keterbatasan penyediaan benih udang windu menjadi kendala hingga kini. Selain itu adalah masalah infeksi penyakit terutama bakteri *Vibrio harveyi*, virus WSSV dan IHNV, dan ketersediaan induk berkualitas baik.

Penyediaan induk merupakan bagian dari kesinambungan produksi perbenihan udang secara keseluruhan. Induk udang windu betina dan jantan masih dieksploitasi dari perairan alam. Hal ini bersifat musiman dan harga yang mahal. Disamping itu, penggunaan induk yang diperoleh dari perairan alam untuk pembenihan akan terjadi pemborosan sumberdaya udang windu. Dalam pembenihan untuk produksi benih, induk udang windu jantan atau betina dari alam yang telah digunakan akan dimatikan bila dirasa dalam menghasilkan telur dan larva sudah tidak produktif (Haryanti *et al.*, 2015). Sementara kendala lain yang umum dihadapi oleh pembenih udang selama ini kaitannya dengan penyediaan induk matang gonad adalah rendahnya jumlah telur yang dihasilkan

oleh induk udang windu betina dan rendahnya tingkat *hatching rate* atau derajat penetasan telur (Nawang *et al.*, 2015). Penyediaan calon induk udang windu asal tambak menjadi salah satu alternatif.

Perakitan Udang windu yang tahan penyakit telah dirintis oleh BRPBAP3 Maros bekerjasama dengan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB Bogor dengan memanfaatkan teknologi transgenesis melalui transfeksi gen antivirus *PmAV* (Luo *et al.*, 2003; Parenrengi *et al.*, 2009a).

Udang windu transgenik yang dihasilkan memperlihatkan resistensi yang lebih tinggi (24,5%) terhadap virus bintik putih (WSSV) dibandingkan dengan udang windu tipe liar/non-transgenik dan telah didapatkan produk biologi udang windu hasil transfeksi F_0 (Parenrengi *et al.*, 2009b; Parenrengi *et al.*, 2013). Persilangan antara udang windu jantan F_0 dan betina F_0 menghasilkan udang windu generasi pertama (F_1). Dalam rangka penyediaan calon induk yang berkelanjutan, maka dilakukan pemeliharaan benih-benih udang windu hasil transfeksi di tambak pembesaran. Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi performa pertumbuhan, distribusi ukuran dan sintasan calon induk udang windu transgenik F_0 dan F_1 .

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret - Agustus 2016 di Instalasi Tambak Percobaan, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan (BRPBAP3), Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan, menggunakan petak tambak berukuran 2.000 m² sebanyak 4 petak. Penelitian ini untuk membandingkan performa pertumbuhan calon induk udang windu turunan F_0 (A), dan calon induk udang windu turunan F_1 (B), masing-masing perlakuan diulang 2 kali (petak tambak sebagai ulangan). Padat tebar yang digunakan adalah 0,5 ekor/m² dengan bobot awal berkisar 22,63-28,57 g/ekor.

Produksi larva udang windu transfeksi dilakukan dengan menerapkan teknologi transgenesis yang dilakukan di hatchery Instalasi Pembenihan Udang Windu (IPUW). Tahapan kegiatan yang dilakukan dalam produksi larva udang windu meliputi penanganan induk, transfer gen anti virus, deteksi insersi gen anti virus, pemeliharaan larva, dan karakterisasi larva transgenik (Parenrengi dan Tenriulo, 2015). Udang windu generasi F_0 diperoleh dari induk yang berasal dari perairan Aceh. Sebelum digunakan induk-induk dimasukkan dalam gedung karantina untuk dilakukan pengecekan status kesehatan induk melalui teknik visual dan molekuler (PCR). Induk-induk yang dinyatakan sehat dan bebas penyakit selanjutnya dipindahkan ke bak-bak pemijahan untuk proses pematangan gonad. Penanganan induk dan pematangan induk udang windu dilakukan berdasarkan prosedur operasional standar penanganan induk untuk pembenihan (Tonnek *et al.*, 2013). Induk udang windu dipelihara lebih lanjut dalam bak beton volume 3 m³ sistem air mengalir pada kepadatan 10 ekor dengan rasio jantan: betina adalah 1:1. Pakan induk diberikan 2 kali/hari yaitu pagi pukul 09.00 dan sore pukul 15.00 sebanyak 15% bobot tubuh berupa cumi-cumi dan cacing laut. Induk udang windu alam jantan dan betina dipijahkan dengan menggunakan teknik transgenesis menghasilkan larva F_0 . Persilangan antara udang windu jantan F_0 dan betina F_0 menghasilkan udang windu generasi pertama (F_1). (Parenrengi, 2010; Parenrengi dan Tenriulo, 2015; Lante *et al.*, 2015).

2.2. Persiapan Tambak dan Pemeliharaan Udang Windu

Sebelum dilakukan penebaran terlebih dahulu dilakukan persiapan tambak yang meliputi pembersihan, pengeringan dan pengolahan dasar kolam percobaan, pengapuran, pemasangan kincir (Tonnek *et al.*, 2011). Setelah persiapan kolam selesai dilakukan pengisian air sampai kedalaman 10-20 cm dan dilakukan pemberantasan

hama dengan kaporit bubuk dosis 3-5 ppm. Penambahan air tambak dilakukan sampai kedalaman 80-100 cm. Untuk menumbuhkan pakan alami berupa plankton, maka dilakukan pemupukan menggunakan pupuk anorganik urea dan SP-36 masing - masing dengan dosis 200 kg/ha dan 100 kg/ha. Untuk memenuhi kebutuhan oksigen tetap optimal, maka setiap petak tambak dipasang 1 buah kincir 1 HP. Selama pemeliharaan udang diberi pakan komersial dengan kadar protein 36-38% dengan dosis 10% pada bulan pertama dan menurun hingga 4% pada bulan keempat dari bobot total udang dengan penyesuaian dosis pakan yang diestimasi sesuai hasil sampling yang dilakukan setiap 15 hari sekali. Frekuensi pemberian pakan dilakukan 2 kali sehari; pagi dan sore hari. Pergantian/penambahan air dilakukan setiap 2 minggu sekali sebanyak 10-15%. Pada penelitian ini, juga diaplikasikan probiotik RICA dengan dosis 0,5-1 mg/L /minggu sebagai prosedur baku untuk mencegah timbulnya penyakit (Atmomarsono *et al.*, 2014). Pemeliharaan calon udang windu berlangsung selama 128 hari.

2.3. Parameter Uji dan Analisis Data

Peubah yang diamati adalah pertumbuhan bobot udang windu meliputi bobot awal, bobot akhir, bobot mutlak dan laju pertumbuhan bobot harian. Bobot diukur menggunakan timbangan elektrik dengan ketelitian 0,01 g. Jumlah udang windu yang disampling sebanyak 25 ekor yang dilakukan setiap 2 minggu sekali. Distribusi ukuran dan sintasan udang windu diamati pada akhir penelitian dengan menimbang satu persatu seluruh udang yang hidup pada akhir penelitian. Pengamatan peubah kualitas air (suhu dan oksigen terlarut (DO meter), salinitas (refraktometer), pH (pH meter), diukur *in situ* dilakukan 1 kali seminggu, sedangkan parameter ammonia (spektrofotometer, phenat/nessler), nitrit (spektrofotometer, sufanilik/colorimetrik), nitrat (spektrofotometer, brucin/cadmium red), alkalinitas

(titrimetri), fosfat (spektrofotometer, UV VIS Shimadu), dan BOT(permanganat, titrimetri) diamati setiap dua minggu sekali. Peubah yang diamati meliputi bobot mutlak, laju pertumbuhan harian dan sintasan.

2.3.1. Pertumbuhan Bobot Mutlak

Menurut Effendie (1997), pertumbuhan bobot dapat dihitung menggunakan rumus:

$$B = Bt - B_0 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan: B = Pertumbuhan bobot (g); Bt = Bobot rata-rata udang pada akhir pemeliharaan (g); dan B₀ = Bobot rata-rata udang pada awal pemeliharaan (g).

2.3.2. Pertumbuhan Bobot Harian

Pertumbuhan bobot harian dapat dihitung menggunakan rumus:

$$PH = \frac{Wt - W_0}{t} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan: PH : Pertumbuhan bobot harian (g/hari); Wt = Bobot rata-rata udang pada akhir pemeliharaan (g); W₀ = Bobot rata-rata udang pada awal pemeliharaan (g); dan t = Lama pemeliharaan (hari).

2.3.3. Sintasan

Menurut Effendie (1997), sintasan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Sintasan (\%) = \frac{N_t}{N_0} \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan: N_t = Jumlah udang pada akhir pemeliharaan (ekor) dan N₀ = Jumlah udang pada awal pemeliharaan (ekor).

Data pertumbuhan dan sintasan udang yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis menggunakan uji T-test dengan bantuan program SPSS versi 23, sedangkan data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

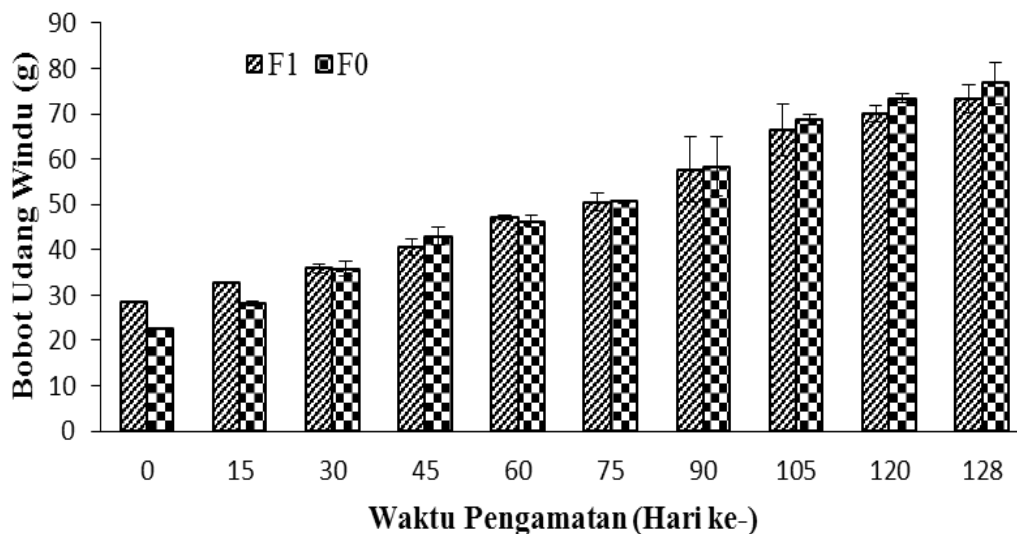
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pertumbuhan dan Sintasan

Hasil pengamatan pertumbuhan bobot calon induk udang windu selama 128 hari pemeliharaan bervariasi dan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya waktu pemeliharaan untuk semua perlakuan (Gambar 1). Bobot akhir rata-rata calon induk udang windu turunan F₀ diperoleh sebesar 76,74 g/ekor dengan penambahan bobot 54,11 g/ekor (239%), sedangkan pertumbuhan calon induk udang windu turunan F₁ sebesar 73,27 g/ekor dengan penambahan bobot 44,69 g/ekor (156%). Pertambahan bobot yang diperoleh dalam penelitian ini lebih tinggi dibanding beberapa penelitian sebelumnya antara lain Laining *et al.* (2014) yang mendapatkan pertambahan bobotnya induk udang windu sebesar 95% setelah berumur 220 hari (sekitar 7,3 bulan). Tonnek *et al.* (2015) yang mendapatkan pertambahan bobot calon induk udang windu betina sebesar 98,5% dan calon induk jantan 98,13% selama 120 hari pemeliharaan di tambak.

Namun hasil penelitian ini tidak berbeda dengan yang dilaporkan Coman *et al.* (2005), bahwa udang windu yang dipelihara dalam bak selama 8 bulan pertambahan bobotnya mencapai 200% jika diberi kombinasi pakan pelet berprotein tinggi (50-60%) sebanyak 70% dan 30% pakan segar sebanyak 2 kali dibandingkan jika udang diberi pakan hanya sekali dalam sehari dengan komposisi pakan yang sedikit berbeda yaitu 60% pakan komersial dan 40% pakan segar. Tonnek *et al.* (2015) melaporkan pertumbuhan udang strain tumbuh cepat (menggunakan marker DNA tumbuh cepat) pada perlakuan kepadatan 10 dan 20 ekor/m² memperlihatkan performansi laju pertambahan bobot yang lebih baik dibandingkan dengan masing-masing kontrol yang dipelihara selama lima bulan.

Berdasarkan gambar 1 terlihat bahwa pola pertumbuhan udang windu selama 128 hari pemeliharaan menunjukkan pola yang



Gambar 1. Pola pertumbuhan calon induk udang windu (*Penaeus monodon*) transgenik generasi F₀ dan F₁ yang dipelihara di tambak selama 128 pemeliharaan.

sama baik pada generasi F₀ maupun pada generasi F₁. Pola pertumbuhan tersebut menunjukkan pertumbuhan yang linier dengan bobot akhir rata-rata berkisar 73,27-76,74 g/ekor. Pola pertumbuhan tersebut sama dengan yang diperoleh oleh Laining *et al.* (2014), sementara Paibulkichakul *et al.* (2008) melaporkan bahwa udang windu betina yang dipelihara di tambak selama 6 bulan memiliki bobot antara 48-50 g, sedangkan yang jantan bobotnya sekitar 35-38 g. Peterson dan Warner (1998) bahwa udang windu betina pertama kali matang gonad pada ukuran bobot 70 g, namun kualitas telurnya kurang baik dan jumlahnya sedikit. Menurut Hoa *et al.* (2009) mengemukakan bahwa udang yang dikategorikan berada pada fase prematurasi yaitu yang bobotnya antara 55-80 g. Menurut Rothlisberg (1998), pertumbuhan udang penaeid di alam sangat cepat pada enam hingga sembilan bulan pertama sejak menetas dan selanjutnya mencapai fase yang stagnan.

Laju pertumbuhan yang diperoleh pada penelitian ini berada pada kisaran 0,36 - 0,42g/hari. Laju pertumbuhan harian yang diperoleh pada calon induk udang windu turunan F₀ yaitu $0,42 \pm 0,04$ g/hari dan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan calon induk

udang windu transfeksi turunan F₁ yaitu sebesar $0,35 \pm 0,36$ g/hari. Laju pertumbuhan udang yang telah dicapai ini sudah cukup bagus dan termasuk dalam kategori ukuran sedang (medium) berdasarkan standar induk yang dikemukakan oleh Subramanian (2010). Hasil penelitian ini juga tidak berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya antara lain Susanto (2011) yang mengembangkan domestikasi calon induk udang windu di Jepara yang memperoleh laju pertumbuhan harian hingga generasi ke-6 sebesar 0,322 g/hari. Laining *et al.* (2015) memperoleh laju pertumbuhan induk udang windu asal tambak sebesar 0,33 g/hari. Sementara Tonnek *et al.* (2015a), yang mendapatkan laju pertumbuhan calon induk udang windu tumbuh cepat (menggunakan marker DNA tumbuh cepat) mencapai 0,50-0,52 g/ekor untuk betina dan 0,31-0,35 g/hari untuk induk jantan. Metode produksi untuk seleksi tumbuh cepat menggunakan marker DNA juga sebagai *Marker Assisted Selection* (MAS) yang telah dikembangkan BBPPBL, Gondol dalam rangka menunjang ketersediaan benih berkualitas bagi pembudidaya (Wardana *et al.*, 2008).

Sintasan calon induk udang windu yang diperoleh pada generasi F₀ sebesar

73,35 ± 2,05% dan F₁ sebesar 51,7 ± 31,68% (Tabel 1). Rerata sintasan F₁ lebih kecil daripada F₀ karena pada proses pengangkutan tahap awal penebaran, kondisi udang F₁ lemah akibat stres selama transportasi selain itu udang harus beradaptasi dengan lingkungan yang baru, sehingga hal tersebut berdampak pada rendahnya sintasan udang F₁ dan besarnya nilai standar deviasi yang dihasilkan karena ulangan pada salah satu perlakuan sintasannya sangat rendah. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa sintasan calon induk udang windu pada generasi F₀ dan F₁ tidak berbeda nyata (p>0,05).

Adanya kematian yang dijumpai pada semua perlakuan disebabkan karena proses pengangkutan pada tahap awal penebaran dimana udang harus beradaptasi dengan lingkungan yang baru. Selain itu faktor lingkungan juga mempengaruhi sintasan udang windu yakni tingginya kadar salinitas air tambak (35-39 g/L) menyebabkan lambatnya pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang windu. Menurut De la Vega *et al.* (2007) bahwa penyebab stres pada udang yang akan berakibat kepada timbulnya penyakit adalah kondisi lingkungan yang menurun dan penanganan yang buruk. Kisaran nilai sintasan calon induk udang windu yang diperoleh pada penelitian ini masih lebih baik dibandingkan dengan sintasan calon induk udang windu non transgenik yang dipelihara bersama disekitar

lokasi penelitian yakni sebesar 9,7-21% (Mansyuret *al.*, 2016). Tingginya sintasan calon induk udang windu transfeksi (F₀ dan F₁) dibandingkan dengan udang non transgenik disebabkan oleh karena gen *PmAV* yang diberikan dapat membentuk pertahanan non spesifik pada udang (Parenrengi *et al.*, 2013). Meskipun selama masa pemeliharaan tidak terjadi infeksi penyakit, namun beberapa informasi sebelumnya menunjukkan bahwa kelangsungan hidup udang yang transgenik lebih tinggi dibandingkan dengan udang normal.

Tenriulo *et al.* (2010) menjelaskan bahwa gen *PmAV* berperan aktif dalam merespons infeksi virus WSSV yang berguna dalam pengendalian penyakit virus pada udang. Lu dan Sun (2005) melaporkan bahwa dengan introduksi gen *TSV-CP*, udang vaname transgenik memperlihatkan kelangsungan hidup yang signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan udang normal (non transgenik). Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Withyachumarnkulet *al.* (1998) mendapatkan sintasan calon induk udang windu di tambak berkisar 29,0-37,5%. Coman *et al.* (2005) memelihara udang windu dari beberapa famili dalam bak terkontrol diperoleh sintasan udang jantan berkisar 23,2-53,6% dan udang betina berkisar 20,8-45% selama lebih 14 bulan pemeliharaan.

Tabel 1. Pertambahan bobot, laju pertumbuhan harian dan sintasan calon induk udang windu pada masing-masing perlakuan selama hari 128 pemeliharaan.

Peubah	Turunan Udang Windu transgenik <i>PmAV</i>	
	F ₀	F ₁
Bobot Awal (g)	22,63 ± 2,89	28,57 ± 3,37
Bobot Akhir (g)	76,74 ± 4,53 ^a	73,27 ± 3,22 ^a
Pertumbuhan Mutlak (g)	54,11 ± 4,53 ^a	44,69 ± 3,22 ^a
Laju Pertumbuhan Harian (g/hari)	0,42 ± 0,04 ^a	0,35 ± 0,36 ^a
Sintasan (%)	73,35 ± 2,05 ^a	51,7 ± 31,68 ^a

Keterangan: Nilai dalam baris yang sama diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (P > 0,05).

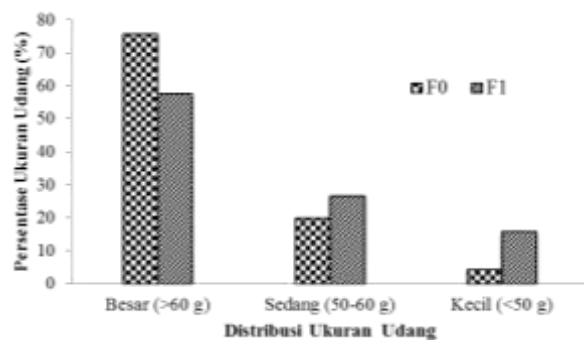
Menurut Tonnek *et al.* (2011) memperoleh sintasan calon induk udang windu tumbuh cepat sebesar 10 - 30% pada pemeliharaan lanjut dari ukuran 20 - 30 g/ekor sampai ukuran calon induk (> 100 g/ekor betina dan > 70 g/ekor jantan). Laining *et al.* (2014) memperoleh sintasan udang windu asal tambak fase prematurasi yang diberi kombinasi pakan yang berbeda berkisar 15,7 - 25% yang dipelihara selama 90 hari pemeliharaan. Lante *et al.* (2015) mendapatkan sintasan udang windu trans-feksi sebesar 34 - 49% selama 81 hari pemeliharaan dengan pemberian pakan kandungan protein berbeda (30%, 40% dan 50%) di dalam bak terkontrol. Tonnek *et al.* (2015) memperoleh sintasan calon induk udang windu dengan kepadatan 1 ekor/m² selama 4 bulan berkisar antara 10,65 - 20,90% untuk betina dan 13,25 - 14,92% untuk jantan.

3.2. Distribusi Ukuran Calon Induk Udang Windu

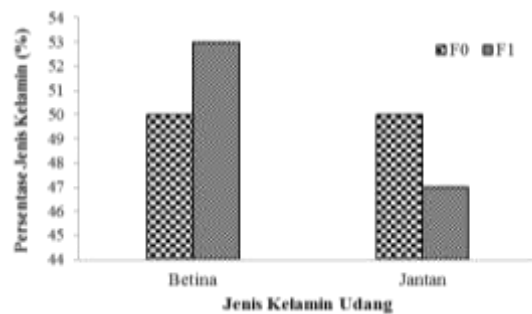
Sebaran ukuran udang windu F₀ dan F₁ setelah dipelihara di tambak selama 128 hari menunjukkan perbedaan nyata (Gambar 2). Sebaran ukuran calon induk udang turunan F₀ didominasi oleh ukuran > 60 g/ekor (75,77%), disusul udang berukuran sedang 50 - 60 g/ekor (19,95%) dan udang yang berukuran kecil < 50 g/ekor sebanyak 4,27%, sedangkan pada turunan F₁ juga didominasi ukuran > 60 g/ekor (57,63%) yang lebih rendah dari turunan F₀ dan bergeser ke udang yang berukuran sedang 50-60 g/ekor dan berukuran kecil < 50 g/ekor masing-masing sebesar sebanyak 26,50% dan 15,86%.

Berdasarkan distribusi jenis kelamin, terlihat tidak ada perbedaan yang nyata (Gambar 3). Pada generasi F₀, sebaran jenis kelamin calon induk terdiri atas jantan 50% dan betina 50%, sedangkan pada calon induk turunan F₁, sebaran jenis kelamin calon induk terdiri atas jantan 53% dan betina 47%. Selama masa pemeliharaan terlihat bahwa udang betina tumbuh lebih cepat dan berukuran lebih besar dibanding udang

jantan. Menurut Gopal *et al.* (2010) bahwa dimorfisme seksual akan menjadi kontributor utama untuk variasi dalam ukuran panen jika jantan dan betina tidak dipelihara secara terpisah. Beberapa spesies Crustacea menunjukkan pertumbuhan seksual dimorfik pada udang betina yang biasanya tumbuh lebih cepat dan mencapai ukuran yang lebih besar dari udang jantan pada usia yang sama (Perez-Rostro and Ibarra, 2003; Gitterle *et al.*, 2005).



Gambar 2. Distribusi calon induk udang windu *Penaeus monodon* transgenik berdasarkan ukuran dari turunan berbeda.



Gambar 3. Distribusi calon induk udang windu *Penaeus monodon* transgenik F₀ dan F₁ berdasarkan jenis kelamin.

3.3. Kualitas Air

Salah satu faktor yang berperan menentukan keberhasilan produksi udang budidaya adalah pengelolaan kualitas air, karena udang adalah hewan air yang segala

Tabel 2. Kisaran peubah kualitas air tambak selama pemeliharaan calon induk udang windu.

Parameter	Turunan	Nilai Kisaran	Kisaran Optimal	Pustaka
Suhu (°C)	F ₀	26,6-30,90	26,0-30,0	Atmomarsono (2003)
	F ₁	26,5-30,90		
Salinitas (g/L)	F ₀	35-39	10-35	Murdjani <i>et al.</i> (2007)
	F ₁	35-39		
DO (mg/L)	F ₀	4,30-6,38	4-7	Mangampa <i>et al.</i> (2003)
	F ₁	4,47-6,70		
pH	F ₀	7,00-8,77	7,5-9,0	Tharavathy (2014)
	F ₁	7,00-9,24		
Alkalinitas (mg/L)	F ₀	72,34-180,90	≥ 80	Atmomarsono <i>et al.</i> (2013)
	F ₁	84,42-229,42		
Amonia (mg/L)	F ₀	0,0020-1,3686	0,32-0,71	Kumar <i>et al.</i> (2016)
	F ₁	0,0020-0,9735		
Nitrit (mg/L)	F ₀	0,0010-0,6095	<0,25	Kasnir <i>et al.</i> (2014)
	F ₁	0,0010-0,5230		
Nitrat (mg/L)	F ₀	0,0454-0,6987	0,1 – 4,5	Effendi (2003)
	F ₁	0,0294-0,6933		
Fosfat (mg/L)	F ₀	0,0021-0,8508	1,0 ± 0,0	Tharavathy (2014)
	F ₁	0,0021-0,9937		
BOT (mg/L)	F ₀	35,03-68,19	<20	Madeali <i>et al.</i> (2009)
	F ₁	26,27-63,19		

kehidupan, kesehatan dan pertumbuhannya tergantung pada kualitas air sebagai media hidupnya. Kisaran peubah kualitas air tambak selama pemeliharaan calon induk udang windu disajikan pada Tabel 2. Hasil pengukuran suhu pada kedua petak tambak perlakuan relatif sama, dimana suhu berkisar 26,5 - 30,9°C (29,39 ± 1,29). Suhu air pada petak F₀ berkisar 26,6-30,90°C dan petak F₁ berkisar 26,5 - 30,90°C. Suhu air yang diperoleh tersebut masih tergolong layak untuk mendukung pertumbuhan dan sintasan udang windu di tambak. Menurut Boyd (1990) bahwa temperatur yang umum untuk spesies daerah tropik yang memberikan pertumbuhan optimal berkisar 29–30°C, sedangkan suhu yang dapat menyebabkan pertumbuhan rendah < 26–28°C dan batas tingkat lethal < 10–15°C. Temperatur juga sangat mempe-

ngaruhi pertumbuhan. Udang akan mati jika berada pada suhu dibawah 15°C atau diatas 33°C dalam waktu 24 jam atau lebih. Sub lethal stress terjadi pada 15–22°C dan 30–33°C. Chanratchakool *et al.* (1995) menyatakan bahwa suhu air berpengaruh pada respon makan udang, dimana pada suhu tinggi dari 32°C dan lebih rendah dari 25°C, nafsu makan udang turun mencapai 30-50%. Menurut Atmomarsono (2003) bahwa suhu optimal untuk pertumbuhan udang berkisar 26–30°C.

Hasil pengukuran salinitas pada kedua perlakuan berkisar 35-39 ppt dengan rata-rata 37 ppt. Kondisi salinitas tersebut cukup tinggi, sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan sintasan udang windu. Salinitas optimal untuk pertumbuhan udang windu adalah 10-35 ppt (Murdjani *et al.*,

2007). Lebih lanjut dikatakan bahwa pada salinitas yang tinggi transformasi energi banyak dimanfaatkan untuk proses osmoregulasi dari pada untuk pembentukan daging, sehingga pertumbuhan udang menjadi lambat. Tonnek *et al.* (2015) menjelaskan bahwa lambatnya pertumbuhan calon induk udang windu diduga akibat kondisi kualitas air yang cukup ekstrem terutama salinitas selama pemeliharaan yang berkisar antara 35 - 52 ppt. Salinitas sangat berhubungan dengan proses osmotis dan pengaturan ion-ion udang terhadap cairan lingkungannya, dengan demikian energi pada kondisi salinitas tinggi akan digunakan untuk proses osmotis dan bukan untuk pertumbuhan.

Hasil pengukuran oksigen terlarut petak perlakuan F₀ berkisar 4,30 - 6,38 mg/L dengan rata-rata $5,28 \pm 0,52$ mg/L dan petak perlakuan F₁ berkisar 4,47-6,70 mg/L dengan rata-rata $5,58 \pm 0,61$ mg/L. Nilai tersebut layak untuk mendukung pertumbuhan dan sintasan udang windu. Mangampa *et al.*, (2003) menyatakan bahwa persyaratan kualitas air optimal untuk udang windu yakni suhu 29 -32°C, salinitas 15 – 25 ppt, Oksigen terlarut 4 – 7 mg/L dan pH 8,0 – 8,7. Pushparajan dan Soundarapandian (2010) melaporkan nilai minimum oksigen terlarut 3,9 mg/L dan nilai maksimum 4,2 mg/L selama pemeliharaan udang windu di tambak. Shailender *et al.* (2010) melaporkan nilai minimum oksigen terlarut 4,5 mg/L dan nilai maksimum 5,5 mg/L selama 140 hari pemeliharaan udang windu di tambak mendukung pertumbuhan udang windu hingga mencapai bobot 40,2 g/ekor dan sintasan 85%.

Kisaran nilai pH air yang diperoleh selama penelitian berkisar 7,00 - 8,77 dengan rata-rata 8,32 pada perlakuan petak F₀ dan 7,00 – 9,24 dengan rata-rata 8,32 pada perlakuan petak F₁. Hasil pengamatan ini menunjukkan bahwa pH air media budidaya udang tersebut masih dapat ditolerir oleh udang windu. Ramanathan *et al.* (2005) mengemukakan bahwa pH merupakan salah satu karakteristik vital lingkungan yang ber-

pengaruh pada kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang yang dibudidayakan, dan berefek pada metabolisme dan proses fisiologis pada udang. Kisaran pH optimum 6,8 - 8,7 dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi maksimum. Pushparajan dan Soundarapandian (2010) mendapatkan nilai pH berkisar 7,5-8,8 selama pemeliharaan udang windu di tambak. Tharavathy (2014) menjelaskan pH air kolam merupakan indikasi kesuburan atau potensi produktivitas. Air dengan pH mulai 7,5-9,0 umumnya dianggap sebagai nilai yang cocok untuk produksi udang. Pertumbuhan udang terhambat jika pH turun di bawah 5,0. Air dengan pH rendah dapat diperbaiki dengan menambahkan kapur untuk menetralkan keasaman. Air dengan alkalinitas berlebihan (nilai pH > 9,5) juga dapat membahayakan pertumbuhan udang dan kelangsungan hidup. Gunarto dan Mansyur (2015) mendapatkan kondisi pH air yang normal selama pemeliharaan udang windu di tambak dengan penambahan sumber karbon dan probiotik yang berkisar 7,5-8,0.

Hasil pengamatan alkalinitas air tambak pada petak F₀ berkisar 72,34-180,90 mg/L, dengan rata-rata $129,53 \pm 30,94$ mg/L sedangkan pada petak F₁ berkisar 84,42-229,24 mg/L, dengan rata-rata $135,12 \pm 39,12$ mg/L nilai tersebut masih cukup optimal untuk mendukung pertumbuhan dan kehidupan udang windu. Menurut Atmarsono *et al.* (2013) bahwa nilai alkalinitas air di tambak digunakan sebagai penstabil pH dan pertumbuhan normal fitoplankton. Nilai alkalinitas air tambak udang windu disarankan >100 mg/L atau berada pada kisaran 120 – 160 mg/L. Alkalinitas adalah jumlah karbonat, bikarbonat, dan hidoksida yang terkandung di dalam air. Alkalinitas menjadi kunci penting dalam air karena kemampuannya untuk mempertahankan tingkat pH dan alkalinitas air yang rendah menjadi penyangga yang buruk terhadap perubahan pH. Nilai standar dalam total alkalinitas perairan tambak ≥ 80 mg/L. Jika alkalinitas air tambak memiliki nilai di

bawah standar, dapat dilakukan perbaikan melalui aplikasi kapur (Tharavathy, 2014). Mohanty *et al.* (2014) mendapatkan total alkalinitas pada media budidaya udang windu dengan perlakuan manajemen air yang berbeda diperoleh nilai alkalinitas 104 ± 15 mg/L untuk perlakuan tanpa pergantian air sedangkan dengan pergantian air diperoleh nilai alkalinitas total berkisar $118 \pm 8,5$ mg/L. Menurut Comanet *et al.* (2005) untuk meningkatkan alkalinitas air selama pemeliharaan udang di dalam bak dapat dilakukan dengan menambahkan sodium bikarbonat secara berkala.

Hasil pengukuran amonia selama pemeliharaan udang windu berkisar 0,0020-1,3686 mg/L ($0,3471 \pm 0,4324$) pada petak F₀ dan 0,0020 - 0,9735 mg/L ($0,2647 \pm 0,2797$) pada petak F₁. Nilai tersebut masih dapat mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang yang dibudidayakan. Menurut Boyd (1982) bahwa kandungan amonia dalam air sebaiknya tidak melebihi 1,2 mg/L. Kumar *et al.* (2016) mendapatkan nilai total amonia nitrogen pada media pemeliharaan udang yang menggunakan probiotik dan tanpa probiotik masing masing sebesar 0,32 - 0,71 mg/L dan 2,1 - 2,7. Lebih lanjut dikatakan untuk perawatan kondisi media budidaya disarankan menggunakan probiotik untuk menstabilkan kadar amonia. Menurut Susianingsih *et al.* (2012) bahwa aplikasi probiotik (pergiliran bakteri probiotik BT951 bulan I, MY1112 bulan II, BL542 bulan III, BT951 bulan IV) selain mampu mengendalikan kandungan bakteri *Vibrio* spp. juga mampu mengurai bahan organik total (BOT) dan TAN dalam air pemeliharaan udang windu.

Hasil pengamatan kandungan nitrit yang didapatkan pada kedua tambak berkisar 0,0010 - 0,6095 ($0,0514 \pm 0,1422$) mg/L pada petak F₀ dan pada petak F₁ berkisar 0,0010 - 0,5230 ($0,0493 \pm 0,1216$) mg/L. Nitrit merupakan bentuk peralihan antara amonia dan nitrat melalui proses nitrifikasi, serta antara nitrat dan gas hidrogen melalui proses dinitrifikasi. Kisaran optimal nitrit

untuk budidaya yakni 0,01 – 0,05 mg/L (Adiwijaya *et al.*, 2003). Kasnir *et al.* (2014) menjelaskan bahwa batas kandungan nitrit (NO₂-N) direkomendasikan untuk kegiatan budidaya udang adalah < 0,25 mg/L.

Kandungan nitrat yang yang diperoleh sekitar 0,0454 - 0,6987 ($0,1276 \pm 0,1649$) mg/L pada petak F₀ dan pada petak F₁ berkisar 0,0294 - 0,6933 ($0,1421 \pm 0,1603$) mg/L. Nilai cukup mendukung pakan alami yang tumbuh dalam petak pemeliharaan udang. Menurut Effendi (2003). Nitrat adalah bentuk nitrogen utama diperairan alami dan sangat diperlukan oleh pertumbuhan akuatik (algae), sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Kandungan nitrat yang dibutuhkan untuk pertumbuhan algae di perairan adalah 0,2 – 0,9 mg/L dan optimal pada kisaran 0,1 – 4,5 mg/L. Sementara Clifford (1994) mengemukakan bahwa konsentrasi nitrat yang optimal untuk udang berkisar 0,4 – 0,8 mg/L.

Hasil pengamatan kandungan fosfat pada petak F₀ berkisar 0,0021 - 0,8508 mg/L, dengan rata-rata $0,1673 \pm 0,222$ mg/L sedangkan pada petak F₁ berkisar 0,0021-0,9937 mg/L dengan rata-rata $0,2076 \pm 0,2644$ mg/L. Konsentrasi fosfat selama penelitian tergolong tingkat kesuburan tinggihan masih layak untuk mendukung pertumbuhan dan sintasan udang windu. Tharavathy (2014), mengemukakan bahwa tingkat fosfat anorganik terlarut yang tinggi ($1,0 \pm 0,0$ mg/L) selama masa budaya dapat menyebabkan pertumbuhan dan periode panen udang menjadi berkurang. Kasnir *et al.* (2014) menjelaskan bahwa batas nilai kandungan fosfat (PO₄-P) yang cocok untuk kegiatan budidaya udang adalah 0,05-0,5 mg/L.

Kisaran nilai Bahan Organik Total (BOT) yang diperoleh selama penelitian berkisar 26,27–68,19 mg/L. Nilai BOT yang diperoleh selama pemeliharaan ini cukup tinggi dan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan sintasan udang yang dipelihara. Madeali *et al.* (2009) mengemukakan bahwa BOT sebaiknya tidak melebihi 20 mg/L.

Kandungan BOT yang melebihi 20 mg/L selain dapat memicu perkembangbiakan *Vibrio* spp juga memungkinkan virus (terutama WSSV) untuk menyerang udang yang lemah akibat berbagai stressor. Gunarto *et al.* (2006) menyatakan bahwa penggunaan probiotik mampu memperbaiki lingkungan tambak seperti memperbaiki nilai potensial redoks sedimen tambak, menurunkan konsentrasi amonia, bahan organik total (BOT) dan menekan pertumbuhan populasi *Vibrio* sp di air tambak.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa performa pertumbuhan, distribusi ukuran dan sintasan calon induk udang windu transgenik *PmAV* turunan F₀ tidak berbeda nyata dengan turunan F₁. Sebaran jenis kelamin calon induk turunan F₀ terdiri atas jantan 50% dan betina 50%, sedangkan pada calon induk turunan F₁, terdiri atas jantan 53% dan betina 47%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Machluddin Amin, MS dan Bapak Dr. Ir. A. Parenrengi, M.Sc yang telah mengarahkan dan membimbing kami selama pelaksanaan kegiatan penelitian ini dan juga kepada rekan-rekan teknisi tambak (Ilham, S.Pi, Hamzah, Dg. Nojeng, Eko Aprilianto, S.Pi), serta analis laboratorium kualitas air (Hj. St. Rohani, Kurniah, S.Si, Debora Ayu, AMd, St Suleha, S.Si, Irmayani S.Pi, dan Laode. M. Hafidz, A.Md) yang telah membantu jalannya penelitian. Penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan Penelitian Penyediaan Calon Induk Udang Windu di Tambak yang dibiayai oleh dana APBN Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau Tahun Anggaran 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshary, H. dan Sriwulan, 2013. Deteksi white spot syndrome virus (WSSV) dan monodon baculo virus (MBV) secara simultan pada induk udang windu *Penaeus monodon* dari Perairan Makassar dan sekitarnya dengan teknik duplex PCR. *J. Penelitian Perikanan Indonesia*, 11:69-73.
- Atmomarsono, M. 2003. Upaya penanggulangan penyakit udang windu secara utuh dan terpadu. Makalah disampaikan pada acara temu konsultasi dan sosialisasi teknologi budidaya tambak ramah lingkungan. Maros Sulawesi Selatan. 15hlm.
- Atmomarsono, M. 2004. Pengelolaan kesehatan udang windu, *Penaeus monodon* di tambak. *Akuakultura Indonesiana*, 5(2):73-78.
- Atmomarsono, M., Muliani, Nurbaya, Susianingsih, E. Nurhidayah, dan Rachmansyah. 2013. Peningkatan produksi udang windu di tambak tradisional plus dengan aplikasi probiotik RICA. Buku Rekomendasi Teknologi Kelautan dan Perikanan 2013. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan. Hlm.: 33-43.
- Atmomarsono, M., Muliani, Nurbaya, Susianingsih, E dan Nurhidayah. 2014. Petunjuk teknis aplikasi bakteri probiotik RICA pada budidaya udang windu di Tambak. Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau, Maros. 30hlm.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 1987. Petunjuk teknis pengoperasian unit usaha pembenihan (Hatchery) udang windu. Direktorat Jenderal Perikanan. International Developments Research Centre. INFIS Manual Seri No. 39.101hlm.
- Berglund, A. dan C. Rosenqvist. 1986. Reproductive costs in the prawn *Palaemon adspersus*:

- effects on growth and predator vulnerability. *Oikos*, 46:349–354.
- Boyd, C.E. 1982. Water quality management for pond fish culture. Elsevier Scientific Publishing Company, Auburn University. Auburn, Alabama, USA. 318p.
- Boyd, C.E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Auburn University, Alabama. USA. 482p.
- Chanratchakool, P. Turnbull, J.F. Funge-Smith, and C. Limsuwan. 1995. Health management in Shrimp Ponds. 2nd ed. Aquatic animal health research institute departement of fisheries kasetsat University Campus Bangkok, Thailand. 111p.
- Chen, L.C. 1990. Aquaculture in Taiwan. Fishing News Books, Oxford. UK. 278p.
- Coman, G.J., P.J. Grocos, S.J. Arnold, S.J. Key, and N.P. Preston. 2005. Growth, survival and reproductive performance of domesticated Australia stock of the giant tiger prawn, *P. monodon*, reared in tanks and receways. *J. World Aquaculture Soc.*, 36:464-479.
- De La-Vega, E., M.R. Hall, K.J. Wilson, A. Revetter, R.G. Wood, and B.M. Degnan 2007. Stress induce gene expression profiling in the black tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Physiol Genomics*, 31:126-138.
- Effendi, H. 2003. Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan. Kanisius. Yogyakarta. 258p.
- Effendie, M.I. 1997. Biologi perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 163hlm.
- Gitterle, T., M. Rye, R. Salte, J. Cock, H. Johansen, C. Lozano, J.A. Suárez, and B. Gjerde. 2005. Genetic (co)variation in harvest body weight and survival in *Penaeus (Litopenaeus vannamei)* under standard commercial conditions. *Aquaculture*, 243: 83-92.
- Gopal, C., G. Gopikrishna, G. Krishna, S.S. Jahageerdar., M. Rye., B.J. Hayes, S. Paulpandi, R.P. Kiran, S.M. Pillai, P. Ravichandran, A.G. Ponniah, and D. Kumar. 2010. Weight and time of onset of female superior sexual dimorphism in pond reared *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 300:237–239.
- Gunarto, A.M. Tangko, B.R. Tampangalo, dan Muliani. 2006. Budidaya udang windu (*Penaeus monodon*) di tambak dengan penambahan probiotik. *J. Riset Akuakultur*, 1(3):303-313.
- Haryanti, Fahrudin, dan S.B.M. Sembiring. 2015. Induksi hormon 17 α methyl testosteron terhadap profil spermatogenesis induk jantan udang windu, *Penaeus monodon*. Dalam: Sugama *et al.* (eds.). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2015. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. Jakarta. Hlm.:133-139.
- Hoa, N.D. 2009. Domestication of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) in recirculation systems in Vietnam. PhD thesis, Ghent University. Belgium. 189p.
- Kasnir, M., Harlina, and Rosmiati. 2014. Water quality parameter analysis for the feasibility of shrimp culture in takalar regency, Indonesia. *J. Aquaculture Research and Development*, 5:(6)1-3. doi:10.4172/21559546.1000273.
- Kumar, N.J.P., K. Srideepu, H.M. Reddy, and K.V.S. Reddy. 2016. Effect of water probiotic (Pro-W) on *Litopenaeus vannamei* culture ponds of Nellore, Andhra Pradesh, India. *International J. Of Environmental Sciences*, 6(5):846-850.
- Laining, A., Usman, Muslimin, dan N.N. Palinggi. 2014. Performansi pertumbuhan dan reproduksi udang windu asal tambak yang diberi kombinasi

- pakan yang berbeda. *J. Riset Akuakultur*, 9(1):67-77.
- Lainig, A., Kamaruddin, dan N.N. Palinggi. 2015. Formulasi pakan buatan untuk pematangan gonad udang windu (*Penaeus monodon*) hasil budidaya. Monograf perbenihan dan pembesaran udang windu (*Penaeus monodon*). Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau. Hlm.:11-20.
- Lante, S., Usman, dan A. Lainig. 2015. Pengaruh kadar protein pakan terhadap pertumbuhan dan sintasan udang windu, *Penaeus monodon* Fab. Transfeksi. Universitas Gadjah Mada. *J. Perikanan*, 1: 10-17.
- Lante, S., A. Tenriulo, dan A. Parenrengi. 2015. Performa larva udang windu, *Penaeus monodon* transgenik dan tanpa transgenik PmAVpasca uji vitalitas dan morfologi. *Dalam: Sugama et al. (eds.). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2015*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. Jakarta. Hlm: 219-225
- Lu, Y. and P.S. Sun. 2005. Viral resistant in shrimp that express an antisense Taura syndrome virus coat protein gene. *Antivir Res*, 67:141-146.
- Luo, T., X. Zhang, Z. Shao, and X. Xu. 2003. PmAV, a novel gene involved in virus resistance of shrimp *Penaeus monodon*. *FEBS Letter*, 551: 53-57.
- Madeali, M., M. Atmomarsono, Muliani, dan A. Tompo. 2009. Pengaruh konsentrasi bahan organik total (BOT) terhadap patogenesitas bakteri *Vibrio alginolyticus* pada udang windu. Prosiding Seminar Nasional Tahun VI. Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2009. 2nd ed Bioteknologi Perikanan. UGM. Yogyakarta. Hlm.:1-6.
- Mangampa, M., T. Ahmad, M. Atmomarsono dan M. Tjaronge. 2003. Usaha penyambung pembenihan dan pembesaran komoditas perikanan. Makalah disampaikan pada temu konsultasi dan sosialisasi teknologi budidaya tambak ramah lingkungan. Kerjasama antara Pusat Riset Perikanan Budidaya dengan Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. Maros Sulawesi Selatan. 17hlm.
- Mansyur, A., S. Tahe, A. Sarijanna, E.A. Hendrajat, A. Lainig, A. Nawang, E. Septiningsih, Hamzah, S. Rohani, Nurjannah, A. Gaffar, L. Hafidz, dan D.A. Cristiandari. 2016. Pembesaran calon induk udang windu hasil selektif breeding (F1 Dan F2) pada wadah substrat berbeda. Laporan Teknis Akhir Kegiatan. Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau. Kementerian Kelautan dan Perikanan. 84hlm.
- Mohanty, R.K., A. Mishra, and D.U. Pati. 2014. Water budgeting in black tiger shrimp *Penaeus monodon* culture using different water and feed management systems. *Turkish J. of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14:487-496.
- Murdjani, Z. Arifin, dan D. Adiwijaya. 2007. Penerapan best management Practices (BMP) pada budidaya udang windu *Penaeus monodon* Fabricus intensif. Departemen Kelautan dan Perikanan. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau. Jepara. 67hlm.
- Nawang, A., I. Trismawanti, dan A. Parenrengi. 2015. Produktivitas telur dan daya tetas induk udang windu (*Penaeus monodon*) asal Aceh dan Takalar. *Dalam: Sugama et al. (eds.). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2015*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. Jakarta. Hlm.:701-707.
- Paibulkichakul, C., S. Piyatiratitivorakul, P. Sorgeloos, and P. Menasveta. 2008. Improved maturation of pondreared,

- black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) using fish oil and astaxanthin feed supplements. *Aquaculture*, 282(1-4): 83-89.
- Parenrengi, A., Alimuddin, Sukenda, K. Sumantadinata, M. Yamin, and A. Tenriulo. 2009. Cloning of proAV promoter isolated from tiger prawn, *Penaeus monodon*. *Indonesian Aquaculture J.*, 4(1):1-7.
- Parenrengi, A. 2010. Peningkatan resistensi udang windu *Penaeus monodon* terhadap penyakit White spot syndrome virus melalui transfer gen *Penaeus monodon* Antiviral. Disertasi. IPB. Bogor. 108hlm.
- Parenrengi, A., Alimuddin, Sukenda, K. Sumantadinata, dan A. Tenriulo. 2009. Karakteristik sekuen cDNA pengkode gen antivirus dari udang windu, *Penaeus monodon*. *J. Riset Akuakultur* 2009: 4(1):1-13.
- Parenrengi, A., A. Tenriulo, dan B.R. Tampangallo. 2013. Uji tantang udang windu, *Penaeus monodon* transgenik menggunakan bakteri patogen *Vibrio harveyi*. Prosiding Konferensi Akuakultur Indonesia. Hlm.:226-233.
- Parenrengi, A. dan A. Tenriulo. 2015. Produksi larva udang windu (*Penaeus monodon*) tahan penyakit melalui teknologi transgenesis. Monograf perbenihan dan pembesaran udang windu (*Penaeus monodon*). Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau. Hlm: 37-44.
- Perez-Rostro, C.L. and A.M. Ibarra. 2003. Heritabilities and genetic correlations of size traits at harvest in sexually dimorphic pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) grown in two environments. *Aquac. Res.*, 34:1079-1085.
- Peterson, C.W. and R.R. Warner. 1998. Sperm competition in fishes. In: Birkhead, T.R., Muller, P. (Eds.), *Sperm Competition and Sexual Selection*. Academic Press, San Diego. 435p.
- Pushparajan, N. and P. Soundarapandian. 2010. Recent farming of marine black tiger shrimp, *Penaeus monodon* (Fabricius) in South India. *African J. of Basic and Applied Sciences*, 2(1): 33-36.
- Ramanathan, N., P. Padmavathy, T. Francis, S. Athithian, and N. Selvaranjitham. 2005. Manual on polyculture of tiger shrimp and carps in freshwater, tamil nadu veterinary and animal sciences university, Fisheries College and Research Institute. Thothukudi. 161p.
- Rothlisberg, P.C. 1998. Aspects of penaeid biology and ecology of relevance to aquaculture: a review. *Aquaculture*, 164: 49-65.
- Shailender. M., S. Babu. C.H.B. Srikanth, B. Kishor, D. Silambarasan, and P. Jayagopal. 2012. Sustainable culture method of giant black tiger shrimp, *Penaeus monodon* (Fabricius) in Andhra Pradesh, India. *IOSR. J. of Agriculture and Veterinary Science*, 1:12-16.
- Subramanian, K. 2010. Commercial production of SPF *Penaeus monodon* broodstock in Malaysia. Collaborative Program Between Department of Fisheries (DOF) and Black Tiger. *Aquaculture (BTA)*. 20p.
- Susanto, A. 2011. Kinerja jejaring pemuliaan udang windu (*Penaeus monodon*). Makalah disampaikan pada workshop jaringan perbenihan dan produksi induk unggul. Surabaya, 27 - 29 November 2011. 15hlm.
- Susianingsih, E., Nurbaya, dan M. Atmomarsono. 2012. Pengaruh kombinasi jenis bakteri probiotik berbeda terhadap sintasan dan produksi udang windu di tambak semiintensif. *J. Riset Akuakultur*, 7(3):485-498.
- Tharavathy, N.C. 2014. Water quality management in shrimp culture. *Acta biologica indica*, (1):536-540.

- Tonnek, S. 1989. Perkembangan ovarium dan peneluran udang windu *Penaeus monodon* Fabricius setelah disuntik dengan estrogen atau progesterone dan ablasi mata. Tesis. Fakultas Pasca Sarjana. UGM. Yogyakarta. 74hlm.
- Tonnek, S. Tahe, dan S. Lante. 2011. Performansi calon induk udang windu *Penaeus monodon* asal tambak. *Dalam: Tatang et al. (eds.)*. Prosiding Seminar Nasional Perikanan 2011. Kelompok Budidaya Perikanan. Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M). Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta. Hlm.: 313-321.
- Tonnek, S., A. Nawang, A. Parenrengi., dan Rachmansyah. 2013. Produksi Benih udang Windu SPF. Petunjuk Teknis. Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau, Maros. 23hlm.
- Tonnek, S.M.N., Syafaat, dan Haryanti. 2015. Pertumbuhanlarva udang windu strain cepat tumbuh dan seleksi calon induk asal tambak. *Dalam: Sugama et al. (eds.)*. Prosiding forum inovasi teknologi akuakultur 2015. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. Jakarta. Hlm:979-983.
- Tonnek, S. A. Parenrengi dan Haryanti. 2015. Produksi udang windu (*Penaeus monodon*) tumbuh cepat di tambak. Monograf perbenihan dan pembesaran udangwindu (*Penaeus monodon*). Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau. Hlm: 45-54.
- Tenriulo, A., S. Tonnek, B.R. Tampangallo, A.F. Widodo, dan A. Parenrengi. 2010. Analisis ekspresi gen antivirus *PmAV* pada udang windu, *Penaeus monodon* yang ditantang dengan WSSV. *Dalam: Sudrajat et al. (eds.)*. Prosiding forum inovasi teknologi akuakultur 2010. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. Jakarta. Hlm:541-546.
- Wardana, I.K., Muzaki, A., Fahrudin, IG.N. Permana, dan Haryanti. 2008. Selektif breeding udang windu *Penaeus monodon* dengan karakter pertumbuhan dan SPF (*Specific Pathogen Free*). *J. Riset Akuakultur*, 3:301-312.
- Withyachumarnkul, B., V. Boonsaeng, T.W. Flegel, S. Panyim, and C. Wongteerasupaya. 1998. Domestication and selective breeding of *Penaeus monodon* in Thailand. *In: Flegel, T.W. (ed)*. Advances in shrimp biotechnology. Proceeding to special session on shrimp biotechnology 5th asian fisheries forum, 11-14 November 1998. Chiang Mai, Thailand. 73-77pp.
- Diterima* : 28 November 2016
Direview : 9 Desember 2016
Disetujui : 20 Mei 2017

