

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

PERFORMA BENIH TERIPANG PASIR, *Holothuria scabra* DARI SUMBER INDUK YANG BERBEDA

Sari Budi Moria Sembiring[#], Ida Komang Wardana, dan Haryanti

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut

ABSTRAK

Upaya pengembangan perbenihan teripang pasir bagi kelestarian populasi di alam dan pengembangan budidaya patut dilakukan. Upaya ini diperlukan mengingat semakin intensifnya penangkapan teripang di alam yang dapat menimbulkan terganggunya kelestarian populasi ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi performa pertumbuhan benih teripang pasir, mendapatkan informasi keragaman genetik dan mengestimasi laju *inbreeding* dari 3 sumber induk teripang yang berbeda. Tiga sumber induk berasal dari perairan Bali, Sulawesi Selatan, dan Maluku Tenggara masing-masing sebanyak 20 ekor dianalisis menggunakan mikrosatelit (SSR/*Simple Sequence Repeats*) dengan 3 lokus, yaitu Hsc-28; Hsc-49 dan Hsc-59. Proses pembenihan mengikuti pedoman teknis yang sudah ada dengan beberapa modifikasi. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa panjang dan bobot benih umur 6 bulan yang dihasilkan dari induk Maluku Tenggara relatif lebih tinggi ($5,67 \pm 0,76$ cm; $13,26 \pm 5,63$ g) dibandingkan dengan benih dari induk Sulawesi Selatan ($4,75 \pm 0,91$ cm; $6,3 \pm 2,22$ g) dan Bali ($4,85 \pm 0,64$ cm; $6,2 \pm 3,6$ g). Hasil analisis mikrosatelit menunjukkan bahwa keragaman genetik induk teripang pasir dari ke tiga populasi tidak berbeda nyata. Hal ini berdasarkan nilai differensiasi genetik ($F_{ST} = 0,2475$ atau 24,75%). Laju nilai *inbreeding* dalam populasi induk teripang pasir cukup tinggi ($F_{IT} = 0,4237$ atau 42,37%) dibandingkan dengan laju *inbreeding* antar populasi (F_{IS}) adalah 0,2342 atau 23,42%.

KATA KUNCI: performa benih; variasi genetik; induk; mikrosatelit; teripang pasir

ABSTRACT: *Performance of sea cucumber, Holothuria scabra juvenile from different sources of broodstock. By: Sari Budi Moria Sembiring, Ida Komang Wardana, and Haryanti*

The effort of sea cucumber seed production for culture development have to be carried out. This effort is also required due to the intensive exploration of sea cucumber in the nature which could threaten of its sustainability. The aims of this research is to evaluate sea cucumber juveniles growth performance, to obtain the information on genetic variation, and to estimate the rate of inbreeding from three different sea cucumber broodstock sources. Three sources of sea cucumber were collected from Bali, South Sulawesi, and Southeast Moluccas. The total of 20 pcs from each area were analyzed by microsatellite (SSR Simple Sequence Repeat) with 3 locus namely Hsc-28; Hsc-49 dan Hsc-59. Hatchery production of sea cucumber seed followed the existing manual with some modifications. Result of the experiment showed that the length and weight of 6 months old juveniles produced by Southeast Moluccas's broodstock were relatively higher (5.67 ± 0.76 cm; 13.26 ± 5.63 g) compared to the juveniles produced by South Sulawesi's broodstock (4.75 ± 0.91 cm; 6.30 ± 2.22 g) and Bali's broodstock (4.85 ± 0.64 cm; 6.2 ± 3.6 g). Results of microsatellite analysis showed that genetic variation of the three broodstock populations was not significant different. It is based on the genetic differentiation value ($F_{ST} = 0.2475$ or 24.75%). The result of inbreeding rate within the broodstock of sea cucumber population was high ($F_{IT} = 0.4237$ or 42.37%) compare to the rate value of inter population ($F_{IS} = 0.2342$ or 23.42%).

KEYWORDS: broodstock; genetic variation; juvenile; microsatellite; performance; sea cucumber

PENDAHULUAN

Berkurangnya sumber daya hewan akuatik alam menimbulkan kekhawatiran masyarakat dan

pemerhati lingkungan, serta sumber daya. Kekhawatiran ini tidak hanya menyangkut aspek ekonomi, tetapi juga karena dampak yang ditimbulkannya, seperti perubahan keseimbangan ekosistem dan penurunan populasi berbagai plasma nutfah. Penyusutan biodiversitas hewan akuatik alam (*stock depletion*) sebenarnya disebabkan oleh cepatnya tingkat pengurangan individu oleh eksploitasi

[#] Korespondensi: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut, Jl. Br. Gondol Kec. Gerokgak Kab. Buleleng, Kotak Pos 140, Singaraja, Bali 81101, Indonesia.
Tel.: + (0362) 92272
E-mail: moriasembiring@yahoo.co.id

berlebih, sehingga populasinya tidak mempunyai waktu dan kesempatan untuk berkembang biak, mengganti anggota populasi yang hilang (*self-recovery*) (Uthicke *et al.*, 2009).

Teripang pasir, *Holothuria scabra* merupakan salah satu kelompok anggota Echinodermata yang juga merupakan salah satu contoh hewan akuatik yang mungkin mengalami penyusutan keanekaragaman genetik karena tingginya tingkat eksploitasi bahkan di beberapa daerah telah mengalami lebih tangkap (*over fishing*). Teripang pasir dapat mencapai ukuran hingga 1 kg/ekor, namun diperlukan waktu 2-3 tahun untuk mencapainya. Ukuran konsumsi umumnya antara 150-250 g/ekor atau rata-rata 200 g/ekor dan dibutuhkan 20-24 bulan untuk mencapai ukuran tersebut. Habitat yang ditempati umumnya adalah perairan laut dangkal. Kenyataan ini memperburuk kondisi populasinya jika dilakukan penangkapan yang terus-menerus.

Penurunan jumlah stok teripang yang drastis justru terjadi di negara-negara yang tidak atau sedikit sekali mengonsumsi teripang, seperti Indonesia, Thailand, Filipina, Maldives, dan negara tropis lainnya (Akamine, 2000; Bussarawit & Thongtham, 1999; Reichenbach & Holloway, 1995). Sejak tahun 1987, jumlah teripang yang ditangkap di seluruh dunia diperkirakan 120.000 ton per tahun, dan pasokan terbesar berasal dari Indonesia dengan negara pengimpor terbesar adalah Hongkong dan Singapura, dan seluruhnya merupakan stok alam (Conand & Byrne, 1993).

Budidaya teripang merupakan salah satu alternatif untuk mengantisipasi penurunan produksi akibat tangkap lebih (*over fishing*). Sebagai mata rantai utama dalam sistem produksi teripang, penyediaan benih masih merupakan faktor pembatas baik dalam hal kuantitas maupun kualitasnya. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut (BBPPBL) Gondol-Bali pada tahun 1994-1998 telah merintis perbenihan teripang dengan melakukan serangkaian penelitian dari pematangan gonad dan pemijahan induk, serta pemeliharaan larva hingga juvenil (Makatutu *et al.*, 1993; Moria *et al.*, 1997; Moria *et al.*, 1998).

Teknik produksi benih teripang di perbenihan dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, variasi pakan dan kandungan nutrisinya, dan karakter genetik induk teripang. Beberapa peneliti menyatakan bahwa diversitas genetik harus dipertahankan dalam proses perbenihan, karena reduksi atau peluruhan karakter genetik akan menyebabkan beberapa gen pengontrol sifat atau karakter tertentu menjadi hilang pada turunannya. Penurunan kualitas genetik secara umum ditandai dengan sifat-sifat seperti pertumbuhan lambat, tingkat kematian tinggi, kematangan gonad pada usia dini, dan ukuran individu yang kecil (Leary

et al., 1985; Sugama *et al.*, 1988). Ada beberapa metode yang dapat dilakukan untuk mengetahui keragaman genetik pada teripang, salah satunya menggunakan teknik mikrosatelit. Mikrosatelit merupakan marka genetik yang bermanfaat karena bersifat kodominan, dapat mendeteksi keragaman alel pada tingkat tinggi, serta mudah dan tidak terlalu mahal untuk dianalisis dengan menggunakan *polymerase chain reaction* (PCR) (Desvignes *et al.*, 2001; Launey & Hedgecock, 2001).

Eksploitasi teripang di alam yang sangat tinggi menyebabkan ukuran induk relatif kecil dibandingkan beberapa tahun sebelumnya (Moria *et al.*, 1997). Oleh karena itu, dilakukan analisis karakter genetik dari sumber induk yang berbeda, serta dilakukan juga pengamatan terhadap performa benih yang dihasilkan (pertumbuhan panjang dan bobot). Hal ini dilakukan dalam rangka memperoleh benih unggul secara fenotipe dan genotipe.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut, Gondol-Bali. Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi:

Pembenihan Teripang Pasir

Pembenihan teripang dimulai dengan pengumpulan induk dari lokasi yang berbeda, yaitu: Desa Pejarakan, Kabupaten Buleleng, Bali; Desa Lawallu, Kecamatan Soppeng, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan; dan Desa Ngilingof, Pulau Kei Kecil, Kabupaten Maluku Tenggara. Induk dipijahkan dengan sistem kejutan suhu menggunakan *heater* sehingga suhu air dalam bak pemijahan mencapai 30°C. Setiap induk dari lokasi yang berbeda dipijahkan dan larva yang dihasilkan dipelihara selama enam bulan sampai mencapai benih berukuran 4-5 cm. Jenis pakan dan teknik pemeliharaan larva sesuai dengan pedoman teknis yang sudah ada (Sembiring *et al.*, 2004), namun dengan modifikasi khususnya pada jenis pakan yang diberikan pada saat pendederan benih. Selama pendederan benih teripang, jenis pakan yang diberikan adalah pakan alami berupa diatom bentos yang didominasi oleh famili Melosiraceae; Naviculaceae; Nitzschiaceae, serta zooplankton dari famili Acartiidae (bentos) yang dipadatkan.

Diatom bentos yang bersumber dari air laut, dikultur dalam bak beton ukuran 4,0 m x 2,0 m x 0,6 m yang dilengkapi dengan jaring segi empat ukuran 1,0 cm x 0,7 cm x 0,5 cm. Untuk menumbuhkan diatom (bentos), dilakukan pemupukan menggunakan pupuk TSP : ZA : Urea dengan perbandingan 1:1:1. Selama penumbuhan diatom bentos, diterapkan sistem air mengalir dengan debit 1 L/menit. Dua

minggu setelah pemupukan, bentos siap dipanen dengan jumlah 1,5-2,5 kg bobot basah setiap kali panen. Pemanenan dilakukan dengan cara menyipon bentos dari jaring dan dasar bak, ditampung dengan saringan plankton net berukuran 30 mikron. Selanjutnya hasil saringan diperas hingga terbentuk padatan diatom dan siap diberikan sebagai pakan benih teripang.

Pada pemeliharaan larva teripang hingga mencapai umur satu bulan, biasanya telah menghasilkan juvenil yang mempunyai ukuran panjang 0,2 cm. Juvenil teripang pada ukuran tersebut telah siap memangsa pakan alami (bentos) yang tersedia di bak pendederan.

Wadah pendederan yang digunakan untuk pemeliharaan juvenil merupakan bak fiber dengan ukuran 2,0 m x 1,5 m x 0,7 m dan bak pemeliharaan ini sebaiknya ditempatkan *outdoor*. Menjelang dua minggu sebelum juvenil dipanen, sebaiknya dipersiapkan bak pendederan yang telah dipasang jaring berbentuk segi empat ukuran 1,0 m x 0,7 m x 0,5 m dan terbuat dari kain kasa untuk menumbuhkan pakan alami (bentos). Kepadatan juvenil untuk setiap jaring sebanyak 500 individu ukuran 2-3 mm per jaring dan jumlah jaring dalam dalam satu bak sebanyak dua buah. Pemberian pakan dilakukan pada sore hari dengan dosis 2% dari bobot biomassa. Penyiponan rutin dilakukan setiap hari dan juga selama pemeliharaan dengan sistem air mengalir dengan debit 1 L/menit.

Analisis Keragaman Genetik Teripang Pasir

Tahapan untuk analisis keragaman genetik pada benih teripang pasir diawali dengan ekstraksi dan purifikasi DNA genom, amplifikasi genom menggunakan PCR konvensional, separasi hasil PCR, dan analisis data dengan *software Arlequin*.

Isolasi DNA genom

DNA teripang pasir diisolasi dari bagian daging dengan menggunakan *extraction BlackPrep Rodent Tail DNA kit* (Analytic Jena). Daging teripang bersifat kenyal sehingga sulit untuk dihancurkan. Oleh sebab itu, sebelum diekstraksi, terlebih dahulu daging teripang dibekukan dengan menggunakan *dry ice*. Dengan cara ini, daging teripang dapat dihancurkan dengan menggunakan mortar. DNA genom diisolasi dan dipurifikasi sesuai dengan protokol standar dari kit yang digunakan.

Analisis Mikrosatelit (*Simple Sequence Repeats*)

Tiga lokus mikrosatelit dipilih dari 18 lokus yang dapat menghasilkan amplifikasi pita yang jelas, reproduksibilitasnya baik, dan relatif stabil setelah dilakukan optimasi suhu *annealing* (Tabel 1). Selanjutnya untuk dapat mendeteksi fragmen mikrosatelit pada *genetic analyzer* diperlukan pelabelan dengan bahan *fluorescent* pada salah satu dari sepasang primer pada ujung 5'.

Elektroforesis

Setiap produk PCR selain diseparasi menggunakan gel agarose 1,0% dalam 1x bufer TBE, juga dipisahkan secara otomatis menggunakan mesin *sequencer ABI PRISM 3730xl Genetic Analyzer*.

Genotipe Pita SSR

Setiap pita yang dihasilkan diinterpretasikan sebagai alel, dan dibuat tabel data genotipe. Untuk memperoleh nilai keragaman genetik meliputi keragaman alel dan heterozigositas, maka data dari hasil genotipe diolah menggunakan *software Arlequin* versi 3.5 (Excoffier & Lischer, 2010).

Tabel 1. Sekuens tiga primer SSR pada teripang pasir, *Holothuria scabra*
 Table 1. Sequence of three SSR primers of sea cucumber, *Holothuria scabra*

Primer Primer	Urutan basa (5'-3') Base Sequence (5'-3')	Fragmen Fragment (bp)
Hsc 28	F : 5'-/5HEX/TTCTGGTCTCGACTGGCAC-3' R : TCAGTATCGGCTCCACAGG	217-484
Hsc 49	F : 5'-/56 TAMN/TGAGCACGGTGTATTGTCC-3' R : TGATGTGAGCCACTGCC	157-237
Hsc 59	F : 5'-/56-ROXN/AGAGCACACGTATCCCCAC-3' R : GGGGCAGGATAGAGCACATAG	234-264

Sumber (*Source*): Fitch *et al.* (2012)

HASIL DAN BAHASAN

Pembenihan Teripang Pasir

Jumlah induk yang digunakan dalam proses perbenihan sebanyak 20 ekor per lokasi. Ukuran rata-rata panjang dan bobot total induk dari lokasi Maluku Tenggara lebih besar dibandingkan dengan induk dari kedua lokasi lainnya (Gambar 1).

Pada Gambar 1, terlihat bahwa ukuran rata-rata panjang dan bobot total induk dari Maluku Tenggara mencapai $14,64 \pm 1,80$ cm; $186,61 \pm 6,03$ g; diikuti dengan induk dari Sulawesi Selatan mempunyai ukuran panjang $12,08 \pm 2,22$ cm dan bobot $125,76 \pm 8,05$ g; serta induk dari Bali hanya mempunyai ukuran panjang $10,79 \pm 1,39$ cm dan bobot $78,47 \pm 10,23$ g.

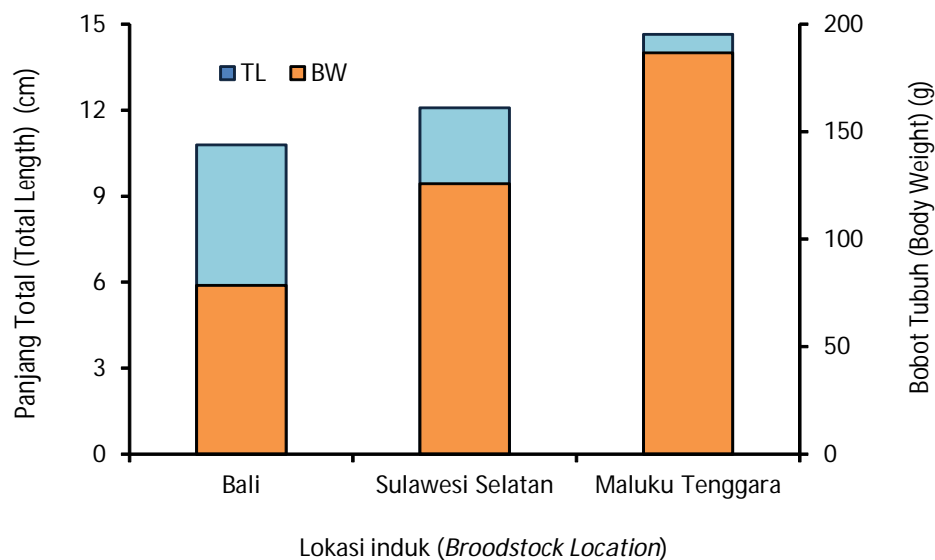
Dilihat dari ukuran induk yang diperoleh, induk yang berasal dari di Bali (Pantai Pejarakan) tergolong kecil karena kemungkinan besar telah mengalami *over fishing* sehingga individu yang ada belum mencapai ukuran maksimum tetap dipanen. Hal ini mengindikasikan adanya tingkat eksploitasi yang tinggi pada teripang di daerah Bali khususnya di Pantai Pejarakan bila dibandingkan dengan beberapa tahun yang lalu ukuran induk masih berkisar antara 250 g hingga 300 g (Moria *et al.*, 1997). Di samping itu, teripang hidup di padang lamun yang dangkal sehingga memudahkan masyarakat untuk melakukan penangkapan. Uthicke *et al.* (2009) dan Launey & Hedgecock (2001) menyatakan bahwa intensitas

penangkapan yang tinggi, selain menyebabkan penurunan populasi dalam hal ukuran dan jumlah, juga secara proporsional akan berdampak terhadap penurunan keragaman genetik dari populasi tersebut.

Pemijahan induk teripang pasir dari tiga lokasi sumber induk telah berhasil dilakukan melalui kejutan suhu menggunakan alat *heater*. Suhu air dinaikkan hingga 30°C , oleh karena itu induk yang baru ditransportasikan dengan suhu rata-rata 26°C - 27°C sangat cocok untuk langsung dilakukan pemijahan. Data pemijahan yang meliputi jumlah telur, daya tetas telur, sintasan larva sampai juvenil ukuran 2 mm, dan dari juvenil sampai benih ukuran 4-5 cm disajikan pada Tabel 2.

Dari Tabel 2 tampak bahwa induk yang berasal dari Maluku Tenggara memberikan nilai yang tinggi dalam hal jumlah telur, daya tetas, dan sintasan, diikuti dengan induk dari Sulawesi Selatan dan Bali. Hal ini menunjukkan bahwa induk dari Bali sebenarnya belum siap untuk dijadikan induk dibandingkan induk dari dua lokasi lainnya, hal ini terlihat dari performa benih yang dihasilkan (Gambar 2).

Berdasarkan Gambar 2 tampak bahwa pada umur 170 hari (enam bulan) benih dari induk teripang Maluku Tenggara sudah mencapai ukuran panjang dan bobot rata-rata $5,67 \pm 0,76$ cm; $13,26 \pm 5,63$ g dengan ukuran panjang terkecil 4,67 cm dan terbesar 6,46 cm; sedangkan untuk ukuran bobot yang terendah



Gambar 1. Panjang dan bobot induk teripang pasir dari perairan yang berbeda dan digunakan dalam perbenihan

Figure 1. Length and body weight of sea cucumber *Holothuria scabra* broodstock from different locations used for seed production

Tabel 2. Jumlah telur, daya tetas, dan sintasan larva sampai juvenil (ukuran 0,2 cm), juvenil ukuran 4-5 cm dari pemijahan induk teripang pasir, *H. scabra* dari sumber yang berbeda

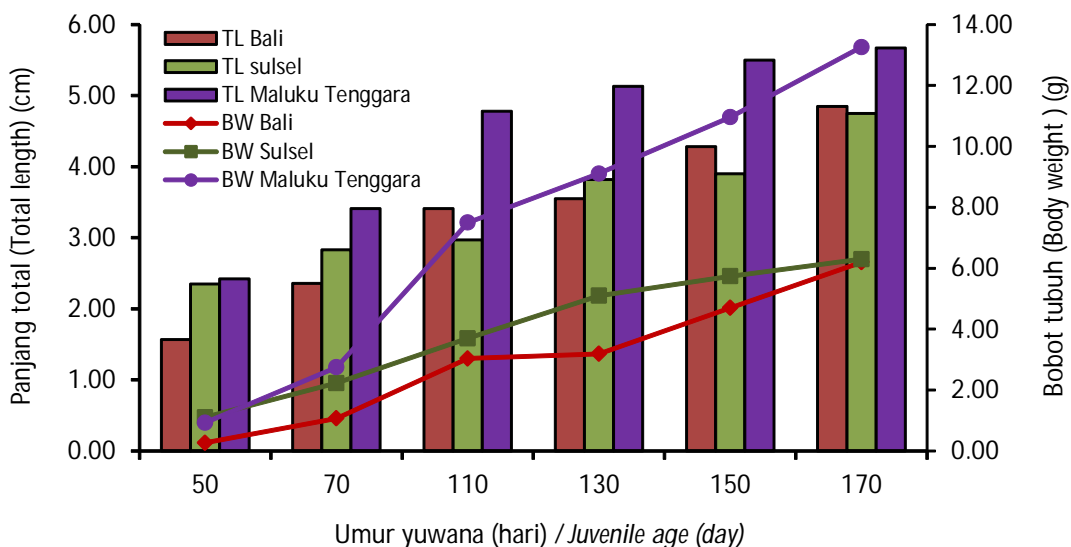
Table 2. Number of eggs, hatching rate and survival rate of juvenile (0.2 cm), juvenile 4-5 cm from spawning of sea cucumber *Holothuria scabra* broodstock from different locations used in this research

Asal induk Source of broodstock	Ukuran induk Broodstock size		Jumlah telur/ induk Number of eggs/ broodstock	Daya tetas Hatching rate	Sintasan larva - juvenil 0,2 cm Larval to juvenile 2 mm survival rate (%)	Sintasan dari juvenil 0,2 cm sampai ukuran 4-5 cm Juvenile 2 mm to 4-5 cm survival rate (%)
	Panjang total Total length (cm)	Bobot badan Body weight (g)				
Bali Bali	10.79 ± 1.39	78.47 ± 20.24	270.000	35.0	0.63	50
Sulawesi Selatan South Sulawesi	12.08 ± 2.22	125.76 ± 38.81	530.000	53.0	0.94	65
Maluku Tenggara Southeast Moluccas	14.64 ± 1.80	186.61 ± 74.68	620.000	76.0	0.93	80

sebesar 7,40 g dan yang tertinggi 18,5 g. Selanjutnya diikuti benih dari induk Sulawesi Selatan sebesar 4,75 ± 0,91 cm; 6,3 ± 2,22 g dengan ukuran panjang terkecil dan terbesar berturut-turut 3,07 cm dan 5,94 cm; serta ukuran bobot 3,50 g dan 7,40 g. Benih dari induk Bali dengan umur yang sama mencapai ukuran panjang dan bobot sebesar 4,85 ± 0,64 cm; 6,2 ± 3,6 g dengan ukuran panjang sebesar 4,06 cm and 5,08 cm pada panjang; serta 3,5 g dan 10,6 g untuk bobot. Di samping pertumbuhan yang lebih cepat,

benih dari induk Maluku Tenggara memiliki warna kulit lebih cerah dan sintasan juga lebih tinggi. Secara visual, tampak bahwa benih dari induk Maluku Tenggara lebih sehat dibandingkan dengan benih dari dua lokasi lainnya.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pertumbuhan panjang total pada ketiga juvenil F-1 dari ketiga sumber induk yang berbeda tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Sedangkan pada pertumbuhan bobot badan,



Gambar 2. Pertumbuhan juvenil (F-1) teripang pasir dari sumber induk yang berbeda (Maluku Tenggara, Sulawesi Selatan, dan Bali)

Figure 2. Growth pattern of sea cucumber *Holothuria scabra* juvenile (F-1) from different locations of broodstock (Southeast Moluccas, South Sulawesi, and Bali)

dari hasil uji lanjut *Tukey test* menunjukkan bahwa perbedaan yang nyata antara juvenil F-1 Bali dan Sulawesi Selatan terhadap juvenile F-1 Maluku Tenggara ($P < 0,05$).

Modifikasi yang telah dilakukan dalam proses pembenihan teripang pasir pada saat ini dibandingkan dengan proses pembenihan pada tahun 1994-1998 adalah pakan yang diberikan pada saat pemeliharaan juvenil ukuran 2 mm sampai benih ukuran 4-5 cm diberi pakan alami berupa diatom bentos. Dengan penggunaan pakan alami ini, benih teripang ukuran 0,2 cm dapat mencapai ukuran 4-5 cm dalam waktu tiga bulan dibandingkan dengan menggunakan kelekap hasil tambak yang membutuhkan waktu 5-6 bulan untuk mencapai ukuran seperti tersebut (Sembiring *et al.*, 2004).

Keragaman Genetik Teripang Pasir

Dari tiga lokus mikrosatelit yang digunakan (Hsc-28, Hsc-49, dan Hsc-59), diperoleh produk amplifikasi dengan rata-rata jumlah alel sebesar 1,667-2,000 dengan frekuensi alel seperti terlihat pada Tabel 3. Menurut Nei (1987), nilai H_e (heterozigositas *expected*) sering diidentikkan dengan keragaman genetik dan H_o (heterozigositas *observed*) sering dianggap tidak terlalu penting jika dijadikan pembanding dari keragaman genetik karena terpengaruh oleh *inbreeding* dan proses evolusi lainnya (Berg & Hamrick, 1997).

Berdasarkan Tabel 3, rerata dari nilai H_o dan H_e secara berurutan pada populasi induk dari Bali adalah 0,278 dan 0,366; induk dari Sulawesi Selatan sebesar 0,278 dan 0,449; dan induk dari Maluku Tenggara adalah 0,389 dan 0,292. Nilai rata-rata H_o dan H_e pada induk teripang pasir tersebut mempunyai nilai yang mirip dengan hasil penelitian Kanno & Kijima (2003) pada teripang, *S. japonicus* dengan nilai rata-rata $H_o = 0,26$ dan $H_e = 0,27$. Rasio $H_o/H_e \geq 1$ mengindikasikan bahwa populasi teripang tersebut mempunyai rasio variasi genetik yang tinggi. Dari pengamatan nilai rasio H_o/H_e pada ketiga populasi, ternyata populasi induk dari Sulawesi Selatan mempunyai nilai rasio < 1 (0,619) sedangkan populasi induk dari Maluku Tenggara dan Bali, nilai rasio ≥ 1 .

Dilihat dari hasil AMOVA dengan *software* Arlequin versi 3.5, masih menunjukkan adanya sebaran keragaman genetik di antara populasi induk teripang dari ketiga lokasi tersebut (Tabel 4).

Berdasarkan Tabel 4, variasi antara populasi teripang pasir dari Bali, Sulawesi Selatan dan Maluku Tenggara sebesar 24,75%. Sementara, nilai variasi individu dalam populasi teripang pasir dari Bali, Sulawesi Selatan, dan Maluku Tenggara sebesar 17,63%; sedangkan besarnya variasi antar individu adalah 57,63%. Hasil perhitungan *F-statistics* berupa nilai F_{IS} , F_{ST} , dan F_{IT} secara berurutan adalah 0,2342; 0,2475; dan 0,4237. Nilai F_{IS} tersebut menunjukkan besarnya laju *inbreeding* (perkawinan sekerabat) oleh individu

Tabel 3. Keragaman genetik induk teripang pasir yang dianalisis dengan tiga lokus mikrosatelit

Table 3. Genetic variation of sea cucumber broodstock analyzed with three microsatellite locus

Lokasi <i>Location</i>	Lokus <i>Loci</i>	Jumlah alel <i>Number of allele</i>	H_o	H_e
Bali <i>Bali</i>	Hsc-28	2	0.667	0.500
	Hsc-49	2	0.167	0.153
	Hsc-59	2	0.000	0.444
Rata-rata (Average)		2.00	0.278	0.366
Sulawesi Selatan <i>South Sulawesi</i>	Hsc-28	2	0.167	0.375
	Hsc-49	2	0.167	0.486
	Hsc-59	2	0.500	0.486
Rata-rata (Average)		2,000	0.278	0.449
Maluku Tenggara <i>Southeast Moluccas</i>	Hsc-28	1	0.000	0.000
	Hsc-49	2	0.667	0.500
	Hsc-59	2	0.500	0.375
Rata-rata (Average)		1,667	0.389	0.292

Tabel 4. *Analysis of molecular variance (AMOVA) dari tiga populasi teripang pasir, H. scabra menggunakan tiga lokus mikrosatelit*Table 4. *Analysis of molecular variance (AMOVA) from three broodstock sea cucumber, H. scabra population by using three microsatellite locus*

Sumber variasi Source of variation	Jumlah square Sum of squares	Komponen varian Variance components	Persentase variasi Percentage variation (%)
Antar populasi Among population	6,389	0.20278	24.75
Antar individual dalam populasi Among individuals within populations	11,417	0.14444	17.63
Di dalam populasi Within populations	8,500	0.47222	57.63
Total	26,306	0.81944	
$F_{IS} = 0.2342$ (23.42%)			
$F_{IT} = 0.4237$ (42.37%)			
$F_{ST} = 0.2475$ (24.75%)			

yang terjadi pada suatu sub-populasi sebesar 23,4%. Nilai F_{IT} tersebut menunjukkan tingkat keseluruhan dari *inbreeding* yang terjadi pada total populasi berkisar 42,4%. Nilai F_{ST} menunjukkan derajat *inbreeding* pada sub-populasi dari total populasi sebesar 24,8%. Berdasarkan nilai F_{ST} tersebut dapat diketahui bahwa belum terjadi diferensiasi (pemisahan) genetik antara populasi teripang pasir dari Bali, Sulawesi Selatan, dan Maluku Tenggara. Indeks fiksasi (F_{ST}) merupakan ukuran diferensiasi genetik antar populasi, di mana apabila nilai F_{ST} adalah nol menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan secara genetik dari populasi-populasi yang diamati, sedangkan nilai 1,0 diartikan bahwa ada perbedaan karakter genetik (Excoffier & Lischer, 2010).

Keragaan genotipe pada induk dari perairan yang berbeda (Bali, Sulawesi Selatan, dan Maluku Tenggara) dapat menggambarkan kesesuaian fenotipe dengan baik pada benih yang dihasilkan. Dari hasil yang diperoleh terlihat bahwa fenotipe benih teripang dari Maluku Tenggara yang ditunjukkan dari ukuran bobot ($186,61 \pm 74,68$ g) mempunyai korelasi dengan sifat genotipe induknya dengan sifat heterozigositas yang tinggi (0,389). Demikian pula terjadi pada benih yang dihasilkan dari induk Bali dan Sulawesi Selatan. Hal ini dapat juga diterangkan dengan nilai Coefficient Variasi (CV), yaitu indeks untuk menentukan variasi morfologi antar hewan uji atau benih yang dihasilkan. Jika CV (Δ) tinggi, ini berarti sifat morfologi (fenotipe) sama dengan sifat genetik (genotipe), yaitu $\Delta G = \Delta P + \Delta E$ (ΔG : variasi genotipe; ΔF : variasi fenotip, ΔE : variasi lingkungan). Pada keadaan ini diasumsikan bahwa semua benih dipelihara dalam kondisi yang

sama sehingga $\Delta E = 0$, dan akhirnya $\Delta G = \Delta F$. Dari hasil ini menunjukkan bahwa benih teripang yang mempunyai morfologi yang besar berkorelasi dengan sifat genetik yang lebih baik.

Informasi mengenai struktur populasi teripang di alam sampai saat ini belum ada. Sementara itu, penangkapan teripang di alam dilakukan secara kontinu sehingga informasi yang telah diperoleh mengenai keragaman genetik induk teripang, laju *inbreeding* dan diferensiasi genetik sangat berharga untuk pengembangan budidaya teripang yang berkelanjutan. Menurut Frankham *et al.* (2002), keanekaragaman genetik suatu organisme sangat penting dalam mempertahankan populasi sejak masa lalu, masa kini, dan masa depan. Pemeliharaan keanekaragaman genetik adalah kunci bagi sintasan jangka panjang dari spesies tersebut. Oleh sebab itu, diversitas genetik merupakan salah satu informasi penting dalam serangkaian proses awal mengevaluasi potensi genetik teripang pasir untuk kepentingan pengembangan, pemanfaatan, dan konservasi secara berkelanjutan.

Mengingat populasi teripang yang semakin menurun setiap tahunnya, serta pembenihan dan budidaya teripang yang belum berkembang, maka adanya *inbreeding* (perkawinan kerabat) yang menjadikan populasi lebih rentan terhadap kepunahan. Oleh karena itu, perlu dieksplor sumber daya genetik (SDG) dari lokasi lainnya yang masih memiliki relatif cukup banyak teripang pasir khususnya di perairan wilayah timur Indonesia. Hal ini perlu dilakukan karena keragaman genetik berdasarkan jumlah dan frekuensi alel untuk masing-masing populasi (Tabel 3) relatif

rendah, walaupun metode analisis sudah menggunakan mikrosatelit (SSR) dengan tiga target lokus.

KESIMPULAN

Performa pertumbuhan panjang dan bobot benih teripang pasir dari induk Maluku Tenggara lebih tinggi dibandingkan dengan benih dari induk Sulawesi Selatan dan Bali pada umur yang sama. Keragaman genetik di antara ketiga populasi induk teripang tersebut tidak berbeda nyata ($F_{st} = 0,2475$) dengan nilai *inbreeding* yang terjadi pada total populasi induk teripang pasir lebih tinggi dari laju nilai *inbreeding* pada sub-populasi. Benih teripang yang mempunyai morfologi yang besar berkorelasi dengan sifat genetik yang lebih baik.

DAFTAR ACUAN

- Akamine, J. (2000). Sea cucumbers from the coral reef to the world market. In Ushijima, I., & Zayas, C.N. (Eds.). *Bisayan knowledge, movement and identity*. Quezon City, Philippines, p. 223-244.
- Berg, E.E., & Hamrick, J.L. (1997). Quantification of genetic diversity at allozyme loci. *Conservation Journal for Rescue*, 27, 415-424.
- Bussarawit, S., & Thongtham, N. (1999). Sea cucumber fisheries and trade in Thailand. *Proc. International Conference: The conservation of sea cucumbers in Malaysia, their taxonomy, ecology and trade*. Kuala Lumpur, Malaysia, p. 26-36.
- Conand, C., & Byrne, M. (1993). A review of recent developments in the world sea cucumber fisheries. *Marine Fisheries Review*, 55(4), 1-13.
- Desvignes, J.F., Laroche, J., Durand J.D., & Bouvet, Y. (2001). Genetic variability in reared stocks of common carp (*Cyprinus carpio* L.) based on allozymes and microsatellites. *Aquaculture*, 194, 291-301.
- Excoffier, L., & Lischer, H.E. (2010). Arlequin suite ver 3.5: a new series of programs to perform population genetic analysis under Linux and Windows. *Mol. Ecol. Resour.*, 10, 564-567.
- Fitch, A.J., Leeworthy, G., Li, X., Bowman, W., Turner, L. & Gardner, M.G. (2012). Isolation and characterisation of eighteen microsatellite markers from the sea cucumber, *Holothuria scabra* (Echinodermata: Holothuriidae). *Australian Journal of Zoology*, 60, 368-371.
- Frankham, R., Briscoe, D.A., & Ballou, J.D. (2002). Introduction to conservation genetics. 4th Ed. Cambridge University Press. New York, 617 pp.
- Kanno, M., & Kijima, A. (2003). Genetic differentiation among three color variants of Japanese sea cucumber, *Stichopus japonicus*. *Fish Sci.*, 694, 806-812.
- Launey, S., & Hedgecock, D. (2001). High genetic load in the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *Genetics*, 159, 255-265.
- Leary, R.F., Allendorf, F.W., & Knudsen, K.L. (1985). Development instability and high meristic counts in interspecific hybrid of Salmonid fishes. *Evolution*, 39(6), 1318-1326.
- Makatutu, D., Yunus, & Rusdi, I. (1993). Penggunaan beberapa jenis pakan alami terhadap pertumbuhan dan sintasan larva teripang pasir, *Holothuria scabra*. *Jurnal Penelitian Budidaya Pantai*, 9(3), 97-102.
- Moria, S.B., Setiawati, K.M., & Darmansyah. (1997). Pendugaan musim pemijahan teripang pasir, *Holothuria scabra* di Pantai Pejarakan Bali Utara. *Prosiding II Seminar Nasional Biologi XV*. hlm. 815-818.
- Moria, S.B., Sugama, K., Suastika, M., & Darmansyah. (1998). Pengaruh jenis shelter terhadap pertumbuhan dan sintasan larva teripang pasir, *Holothuria scabra*. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 4(3), 32-36.
- Nei, M. (1987). Molecular evolutionary genetics. Columbia Press. New York, 512 pp.
- Reichenbach, N., & Holloway. (1995). Potential for asexual propagation of several commercial important species of tropical sea cucumber (Echinodermata). *Journal of the World Aquaculture Society*, 26(3), 272-278.
- Sembiring, S.B.M., Sugama, K., Suastika, I M., Makatutu, D., & Jufri. (2004). Pedoman teknis teknologi perbenihan teripang pasir, *Holothuria scabra*. Pusat Riset Perikanan Budidaya, Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta, 23 hlm.
- Sugama, K., Taniguchi, N., & Umeda, S. (1988). An experimental study on genetic drift in hatchery population of red sea bream. *Bull. Japan Sci. Soc.*, 54, 739-744.
- Uthicke, S., Schaffelke, B., & Byrne, M. (2009). A boom-bust phylum? Ecological and evolutionary consequences of density variations in echinoderms. *Ecological Monographs*, 79, 3-24.