

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

FORMULASI DAN APLIKASI PAKAN BUATAN BERBASIS RUMPUT LAUT UNTUK PENDEDERAN BENIH TERIPANG PASIR (*Holothuria scabra*)

Nyoman Adiasmara Giri[#], Sari Budi Moria Sembiring, Muhammad Marzuqi, dan Retno Andamari

* Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan

(Naskah diterima: 22 Mei 2017; Revisi final: 26 September 2017; Disetujui publikasi: 26 September 2017)

ABSTRAK

Teripang merupakan salah satu komoditas perikanan penting dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi di Asia. Teknologi pembenihan teripang sudah mulai dikembangkan dan telah mampu memproduksi benih secara massal untuk budidaya. Pakan merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan keberhasilan budidaya teripang. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi beberapa formula pakan berbasis rumput laut untuk pendederan teripang pasir. Empat pakan percobaan diformulasi menggunakan kombinasi beberapa jenis bahan baku, khususnya rumput laut. Pakan dibuat dalam bentuk pelet dengan kandungan protein 14% dan lemak 4,5%. Kontrol adalah pakan berupa bentos segar. Benih teripang pasir yang digunakan berukuran bobot $2,0 \pm 0,6$ g dengan panjang $2,8 \pm 0,5$ cm. Benih teripang dipelihara dalam bak persegi berkapasitas 150 L dengan kepadatan 50 ekor per bak. Benih teripang diberi pakan percobaan sekali dalam sehari pada sore hari. Percobaan dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap terdiri atas lima perlakuan pakan dan empat ulangan. Percobaan berlangsung selama 120 hari. Hasil percobaan menunjukkan bahwa benih teripang pasir yang diberi pakan buatan menghasilkan pertumbuhan (pertambahan bobot 341,3%-386,8%) dan sintasan (92,5%-97,5%) lebih tinggi dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan yang diberi pakan bentos (kontrol), yaitu masing-masing 126,9% dan 75,0% untuk pertambahan bobot dan sintasan. Namun pertumbuhan benih teripang pada semua perlakuan pakan buatan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Kandungan protein teripang yang diberi pakan buatan (22,3%-24,4%) lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan dengan yang diberi pakan kontrol (18,4%). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa benih teripang pasir dapat memanfaatkan pakan buatan dengan baik dan pakan berbasis tepung *Sargassum* sp. dapat diaplikasikan pada pemeliharaan benih teripang pasir.

KATA KUNCI: formulasi pakan; rumput laut; teripang pasir (*Holothuria scabra*)

ABSTRACT: *Formulation and application of artificial seaweed-based diets for nursery of sea cucumber (Holothuria scabra) juveniles. By: Nyoman Adiasmara Giri, Sari Budi Moria Sembiring, Muhammad Marzuqi, and Retno Andamari*

Sea cucumber is one of the important fishery commodities and has high economic value in Asia. Technology for seed production of sea cucumber has been developed and able to produce juveniles for supporting sea cucumber farming. Feed is an important factor that largely determines the success of sea cucumber farming. Therefore, this research aimed to evaluate several feed formulas based on seaweed powder for good growth performance of sea cucumber juveniles. Four experimental feeds were prepared by using a combination of several different raw materials, especially for the seaweed. The experimental feeds were prepared in pelleted form with protein and lipid content of 14% and 4.5%, respectively. Fresh benthos was used as the control feed. Juveniles of sea cucumber from hatchery with average weight of 2.0 ± 0.6 g and total length of 2.8 ± 0.5 cm were distributed into 20 of 150 L polycarbonate tanks, with a density of 50 juveniles per tank. Sea cucumber were fed the experimental feeds once a day in the afternoon for 120 days. The experiment was designed with Completely Randomized Design, with five dietary treatments and four replications. Results of the experiment showed that juvenile sea cucumber fed the artificial feeds produced significantly higher ($P < 0.05$) growth (weight gain 341.3%-386.8%) and survival (92.5%-97.5%) than that of the control which were 126.9% and 75.0% for weight gain and survival, respectively. However, growth of juveniles among the artificial feed

[#] Korespondensi: Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan. Jl. Br. Gondol Kec. Gerokgak Kab. Buleleng, Po. Box 140, Singaraja 81155, Bali, Indonesia.
Tel. + 62 362 92278
E-mail: adiasmaranyoman@yahoo.com

treatments was not significantly different ($P > 0.05$). Protein content of sea cucumber fed the artificial feeds was significantly higher (22.3%-24.4%) ($P < 0.05$) than that of the control (18.4%). Results of this study indicated that juveniles of sea cucumber could utilize artificial feed properly and *Sargassum* sp. based diet could be applied for nursery of sea cucumber juveniles.

KEYWORDS: feed formulation; seaweed; sea cucumber (*Holothuria scabra*)

PENDAHULUAN

Teripang merupakan salah satu komoditas perikanan penting dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi di Asia. Teripang pasir (*Holothuria scabra*), ditemukan secara luas di perairan Indo-Pasifik terutama di daerah pantai berpasir sampai berlumpur (Mercier *et al.*, 2000). Sebanyak 120 ribu ton teripang diperkirakan ditangkap setiap tahunnya di seluruh dunia sejak tahun 1987. Dari jumlah tersebut, Indonesia merupakan pemasok terbesar teripang, dengan negara pengimpor terbesar adalah Hongkong dan Singapura (Conand & Byrne, 1993). Dengan aktivitas penangkapan tersebut, Conand (2004) dan Uthicke (2004) melaporkan bahwa produksi teripang dari hasil tangkapan di alam cenderung menurun. Sementara Rahman *et al.* (2015) menyatakan secara global produksi teripang meningkat dari 130 ribu ton pada tahun 1995 menjadi 411.878 ton pada tahun 2012. Namun demikian, dinyatakan bahwa produksi teripang di negara-negara Asia (Cina, Jepang, India, Filipina, Indonesia, dan Malaysia) mengalami penurunan karena penangkapan berlebih dan pengelolaan yang kurang baik. Untuk mengantisipasi menurunnya populasi teripang secara kontinu di alam, maka kegiatan budidaya teripang yang dimulai dari produksi benih perlu segera dikembangkan, baik untuk mendukung pemulihan stok di alam, maupun untuk tujuan budidaya pembesaran.

Teripang mempunyai potensi yang baik untuk dikembangkan budidayanya karena beberapa pertimbangan, antara lain teripang merupakan hewan tingkat tropik rendah, teknik budidaya teripang cukup sederhana, tidak membutuhkan modal besar dan keahlian khusus, dan dapat merupakan usaha sampingan bagi masyarakat (FAO, 1988). Keberhasilan pengembangan budidaya teripang sangat tergantung dari ketersediaan benih, pakan dan lingkungan budidaya yang sesuai. Dari tahun 1994–1998 dan dimulai lagi pada tahun 2015, Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan (BBRBLPP), Gondol-Bali telah melakukan penelitian pembenihan teripang pasir (*Holothuria scabra*) dan telah berhasil memproduksi benih secara massal (Sembiring *et al.*, 2004, Sembiring *et al.*, 2016).

Teripang merupakan biota laut yang bersifat omnivor yang cenderung herbivor (Hauksson, 1979 dalam Seo *et al.*, 2011; Zhang *et al.*, 1995). Sebagai hewan kelompok tingkat tropik rendah, makanan teripang berukuran kecil (2,5–5,0 cm) terutama terdiri atas diatom menempel dan detritus organik. Teripang dengan ukuran lebih besar memakan moluska kecil, kopepoda, diatom menempel, dan rumput laut. Pakan merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam memacu pertumbuhan benih teripang, khususnya pada pemeliharaan dengan kepadatan yang lebih tinggi. Shi *et al.* (2013) melaporkan bahwa budidaya teripang *Apostichopus japonicus* (Selenka) di Cina menggunakan alga coklat *Sargassum thunbergii* sebagai pakannya. Beberapa alga makro lain juga telah dicoba sebagai pakan sumber protein untuk teripang *Apostichopus japonicus* (Selenka), di antaranya *Undaria pinnatifida* (Seo *et al.*, 2011), *Gracilaria lemaneiformis* (Gao *et al.*, 2011), dan *Ulva lactuca* (Xia *et al.*, 2012a). Pada percobaan lainnya, Xia *et al.* (2012b) melaporkan pakan yang mengandung 50% *Laminaria japonica* dari total alga dalam pakan, sangat cocok untuk budidaya teripang *Apostichopus japonicus*. Bai *et al.* (2016) menemukan pakan dengan kandungan protein 11% dan lemak 2,8% memberikan pertumbuhan dan efisiensi pakan terbaik untuk teripang *A. japonicus*. Sementara itu Wu *et al.* (2015) dan Huiling *et al.* (2004) masing-masing melaporkan teripang *A. japonicus* tumbuh baik dengan pakan yang mengandung 4,38% dan 21,5% protein.

Informasi rinci mengenai kebutuhan nutrisi dan pakan serta aplikasi pakan buatan untuk teripang pasir (*Holothuria scabra*) masih sangat terbatas. Pada ekosistem bentos pesisir kebanyakan teripang memilih sedimen yang banyak mengandung detritus alga makro (Uthicke & Karez, 1999). Pada pengembangan teknik produksi benih teripang di India, pemeliharaan juvenil teripang *H. scabra* dilakukan dengan menggunakan ekstrak rumput laut *Sargassum* sebagai pakannya. Sementara untuk ukuran teripang yang lebih besar (panjang 10–20 mm) diberikan pakan berupa tepung *Ulva lactuca* (Battaglene *et al.*, 1999).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi beberapa formula pakan berbasis rumput laut *Sargas-*

sum sp. dan *Ulva* sp. untuk diaplikasikan pada pendederan teripang pasir *H. scabra*.

BAHAN DAN METODE

Hewan Uji dan Pakan Percobaan

Percobaan dilakukan di Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan (BBRBLPP), Gondol-Bali mulai Mei sampai September 2016. Percobaan dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas lima perlakuan dan empat ulangan. Sebanyak 20 buah bak plastik (polipropena) bervolume 150 L digunakan sebagai wadah percobaan. Bak percobaan ditempatkan di luar laboratorium basah (*outdoor*) dan dilengkapi dengan sistem air mengalir dan aerasi sebagai pasok oksigen. Bak ditutup dengan waring untuk mencegah benih teripang keluar dari bak.

Benih teripang yang digunakan berasal dari hasil pembenihan di BBRBLPP, Gondol dengan ukuran panjang $2,8 \pm 0,5$ cm dan bobot $2,0 \pm 0,6$ g. Benih teripang ditebar dengan kepadatan 50 ekor per bak. Benih teripang pada masing-masing bak diberi salah satu dari empat pakan percobaan atau pakan kontrol. Pakan diberikan sekali dalam sehari pada sore hari karena teripang lebih aktif makan pada malam hari. Pakan diformulasi dari beberapa bahan baku dengan proporsi yang berbeda untuk masing-masing pakan percobaan (Tabel 1). Pakan percobaan (Diet-1, Diet-2, dan Diet-3) menggunakan kombinasi tepung rumput laut *Sargassum* sp. dan *Ulva* sp. Rumput laut ini merupakan makanan alami teripang, ketersediaannya di alam melimpah, dan belum dimanfaatkan secara komersil. Pakan percobaan (Diet-4) tanpa menggunakan tepung rumput laut. Kontrol adalah bentos yang merupakan pakan segar yang selama ini digunakan pada pendederan teripang pasir. Pakan dibuat dalam bentuk pelet (*semi-moist*) dengan kadar air 25% dan kandungan protein 14% (Bai *et al.*, 2016; Xia *et al.*, 2015). Bentos segar hasil kultur dalam bak yang digunakan sebagai pakan kontrol terdiri atas fitoplankton dari kelas *Diatoms* dan famili *Melosiraceae*; *Naviculaceae*; *Nitzschiaceae* serta zooplankton dari famili *Acartiidae* (Sembiring *et al.*, 2015).

Untuk mengetahui pengaruh pakan percobaan yang diberikan, setiap bulan dilakukan pengukuran bobot dan panjang terhadap 25 ekor benih teripang yang diambil secara acak dari setiap bak percobaan. Pada awal dan akhir percobaan, semua benih teripang diukur bobot dan panjangnya. Setelah dipuasakan selama dua hari pada akhir percobaan, sebanyak 25–30 ekor teripang diambil dari masing-masing bak percobaan, dibilas dengan air tawar, dibekukan dan dikeringkan dengan *freeze dryer* (Labconco Liphlock 6, Amerika).

Teripang kering kemudian dihaluskan dan dianalisis komposisi proksimatnya dan profil asam amino serta asam lemaknya.

Uji Kecernaan Pakan

Uji kecernaan untuk empat formula pakan dilakukan secara tidak langsung dengan menambahkan indikator kromium oksida (Cr_2O_3) sebanyak 1% pada masing-masing pakan (Furuichi, 1988). Empat buah bak plastik volume 150 L yang dilengkapi dengan sistem air mengalir dan aerasi digunakan sebagai wadah untuk menentukan nilai kecernaan nutrisi pakan percobaan. Benih teripang ukuran bobot rata-rata $8,62 \pm 1,27$ g dan panjang $4,7 \pm 0,6$ cm ditebar dengan kepadatan 50 ekor/bak sebagai hewan uji. Benih teripang diadaptasikan dengan pakan percobaan selama satu minggu sebelum dilakukan pengumpulan feses. Teripang diberi pakan percobaan secara berlebih. Sisa pakan dan kotoran dalam bak dibersihkan empat jam setelah pemberian pakan. Selanjutnya dilakukan pengumpulan feses secara berkala dengan cara penyiponan secara perlahan untuk mencegah terlarutnya nutrisi pada feses (Bai *et al.*, 2016). Feses teripang berbentuk butiran padat yang memanjang sehingga relatif mudah untuk mengumpulkannya. Feses yang telah dikumpulkan setiap hari langsung dikeringkan dalam oven (70°C) dan disimpan dalam *freezer* sampai diperoleh jumlah yang cukup untuk analisis. Konsentrasi kromium dalam pakan dan feses dianalisis berdasarkan prosedur Takeuchi (1988). Kecernaan bahan kering dan protein pakan percobaan dihitung berdasarkan rumus berikut (Bai *et al.*, 2016).

$$\text{AD}_D (\%) = 100 \times (1 - M_D/M_F)$$

$$\text{AD}_P (\%) = 100 \times \{1 - (M_D \times A_F)/(M_F \times A_D)\}$$

di mana:

AD_D : *Apparent digestibility* (kecernaan) bahan kering pakan

AD_P : *Apparent digestibility* (kecernaan) protein pakan

M_D dan M_F berturut-turut adalah kadar kromium dalam pakan dan feses

A_D dan A_F berturut-turut adalah kadar protein dalam pakan dan feses

Analisis Kimia Pakan dan Teripang

Komposisi proksimat pakan percobaan dan teripang dianalisis di Laboratorium Nutrisi dan Pakan, BBPBL, Gondol berdasarkan metode AOAC (1990) dan Takeuchi (1988). Kadar air ditentukan dengan metode gravimetri. Sampel dipanaskan pada suhu 110°C dalam oven (Memmert 854, Jerman) sampai beratnya konstan. Kandungan protein ditentukan dengan metode *Kjeldahl* (Kjeltec™ 8100, Foss), kadar lemak dengan metode ekstraksi menggunakan chloroform-methanol dan gravimetri. Kadar abu dengan metode gravimetri

Tabel 1. Komposisi pakan percobaan (g/100 g pakan)

Table 1. Composition of experimental diets (g/100 g diet)

Bahan (Ingredients)	Pakan percobaan (Experimental diets)				Kontrol Control
	Diet-1	Diet-2	Diet-3	Diet-4	
Tepung ikan (Fish meal)	9	5	4	-	Bentos segar (Fresh benthos)
Tepung Sargassum sp. (Sargassum meal)	44	44	-	-	
Tepung Ulva sp. (Ulva meal)	-	40	49	-	
Tepung kedelai (Soybean meal)	-	-	-	18.5	
Tepung beras (Rice flour)	-	-	-	35	
Bentos (Benthos)	35	-	35	22	
Tepung kekek (Lap lap meal)	7	7	7	20	
Minyak ikan (Fish oil)	1	1	1	1	
Vitamin mix ¹⁾	1	1	1	1	
Mineral mix ²⁾	1	1	1	1	
Binder	2	1	2	1.5	
Total	100	100	100	100	

Komposisi proksimat pakan dan nilai pencernaan:

Proximate composition and digestibility coefficient of experimental diets

Kadar air (Moisture) (%)	25.6	28.7	27.3	27.3	78.9
Protein kasar (Crude protein) (% DM)	13.3	14.2	15.0	14.2	11.1
Lemak (Lipid) (% DM)	4.9	4.5	4.5	4.1	4.8
Kadar abu (Ash) (% DM)	45.4	25.8	43.6	19.7	62.2
Serat kasar (Crude fiber) (% DM)	28.3	30.8	21.2	16.5	16.7
BETN (NFE) (% DM) ³⁾	8.1	24.7	15.7	45.5	5.2
Nilai pencernaan bahan kering Dry matter digestibility coefficient (%)	52.7	49.5	53.7	51.0	-
Nilai pencernaan protein Protein digestibility coefficient (%)	70.4	67.5	69.8	74.9	-

¹⁾ Vitamin mix : Vit A 5000 UI/g; Vit D3 1200 UI/g; Vit E 75 UI/g; Vit K3 23,5 mg/g; Vit B1 15 mg/g; riboflavin 20 mg/g; Vit B6 20 mg/g; Vit B12 0,01 mg/g; pantothenic acid 45,1 mg/g; niacin 100 mg/g; folic acid 7 mg/g; biotin 0,2 mg/g.

²⁾ Mineral mix (mg/g) : CuSO₄.5H₂O 20; FeSO₄.H₂O 50; ZnO 200; Ca(IO₃)₂ 7,5; MnO₂ 50; CoCO₃.H₂O 0,05; Na₂SeO₃ 0,8.

³⁾ BETN (NFE) : bahan ekstrak tanpa nitrogen (nitrogen free extract)

setelah pembakaran bahan dalam tanur (Carbolite ESF S20, Inggris.) pada suhu 550°C. Serat kasar ditentukan dengan gravimetri setelah sampel bahan dimasak pada larutan asam dan basa. Karbohidrat (BETN) dihitung berdasarkan formula:

$$\{100 - (\text{kadar air} + \text{kadar protein} + \text{kadar lemak} + \text{kadar abu} + \text{kadar serat kasar})\}$$

Analisis asam amino dan asam lemak pakan dan teripang dilakukan di Laboratorium Terpadu, Institut Pertanian Bogor. Komposisi asam amino ditentukan dengan High Performance Liquid Chromatography (HPLC Shimadzu 10A, Jepang, dengan kolom thermo scientific ODS-2 hypersil) dan komposisi asam lemak dianalisis menggunakan Gas Chromatography (GC Shimadzu 2010 plus, Jepang, dengan kolom kapiler

cyanopropil methyl sil, panjang 60 m dengan diameter kolom 0,25 mm).

Untuk mengetahui respons benih teripang terhadap pakan percobaan, data bobot akhir, pertambahan bobot, panjang, sintasan, serta komposisi proksimat teripang dianalisis ragam (ANOVA) dengan program SPSS 14.0 for Windows dan dilanjutkan dengan uji Tukey pada selang kepercayaan 95% (Steel & Torrie, 1980).

HASIL DAN BAHASAN

Performansi Pertumbuhan Teripang

Nilai pencernaan keempat pakan buatan pada percobaan ini bervariasi yaitu 49,5%–53,7% untuk bahan

kering dan 67,5%–74,9% untuk protein. Variasi ini dikarenakan adanya perbedaan bahan baku yang digunakan (Tabel 1). Pada pakan yang mengandung campuran dua jenis tepung rumput laut, yaitu *Sargassum* sp. dan *Ulva* sp. (Diet-2) nilai pencernaan proteinnya paling rendah (67,5%). Sementara pakan yang tidak mengandung bahan rumput laut (Diet-4) nilai kecernaannya paling tinggi (74,9%). Hal ini menunjukkan bahwa teripang pasir mempunyai keterbatasan untuk mencerna rumput laut. Nilai pencernaan pakan ini hampir sama dengan yang dilaporkan Seo *et al.* (2011) yaitu berkisar 41%–50% untuk bahan kering dan 65%–76% untuk pencernaan protein pakan (tujuh jenis pakan) yang menggunakan tepung *Sargassum thunbergii* sebanyak 20%–40%, tepung kedelai dan dikombinasikan dengan tepung rumput *Undaria pinnatifida* atau *Laminaria japonica* untuk teripang *A. japonicus*.

Pola pertumbuhan benih teripang pasir yang diberi pakan percobaan selama 120 hari disajikan pada Gambar 1. Secara umum diperoleh laju pertumbuhan benih teripang pasir yang diberi pakan buatan pada 60 hari pertama pemeliharaan adalah tinggi, kemudian cenderung menurun pada bulan ketiga dan keempat. Sementara itu, laju pertumbuhan benih teripang pasir yang diberi pakan bentos (kontrol) sangat lambat selama 120 hari pemeliharaan dan lebih rendah dibandingkan dengan kelompok teripang yang diberi pakan buatan. Menurunnya laju pertumbuhan teripang setelah 60 hari pemeliharaan diduga terjadi karena ukuran benih teripang yang semakin besar dan sifat teripang yang suka bergerombol, sehingga terjadi persaingan ruang dan persaingan dalam mendapatkan pakan. Sementara pada perlakuan kontrol, karena pertumbuhannya lebih lambat, maka bobot teripang jauh lebih kecil dibandingkan dengan yang diberi pakan buatan (Gambar 1 dan Tabel 2). Kandungan nutrisi bentos, khususnya proteinnya yang sebesar 11,1% lebih rendah dibandingkan dengan pakan buatan (Tabel 1). Selain itu, bentos diberikan dalam bentuk segar (kadar air 78,9%) sehingga jumlah pakan yang mampu dikonsumsi oleh benih teripang lebih rendah dibandingkan dengan pakan buatan. Kedua hal ini diduga menyebabkan lambatnya pertumbuhan teripang yang diberi pakan bentos dibandingkan yang diberi pakan buatan. Pertumbuhan juvenil teripang *H. scabra* ukuran 2 cm atau lebih sangat bervariasi tergantung dari kepadatan serta ketersediaan pakan selama pemeliharaan. Battaglene (1999) melaporkan pertumbuhan rata-rata juvenil teripang *H. scabra* (ukuran > 2 cm) mencapai 0,2–0,8 mm per hari selama dua bulan pemeliharaan pada kondisi yang normal.

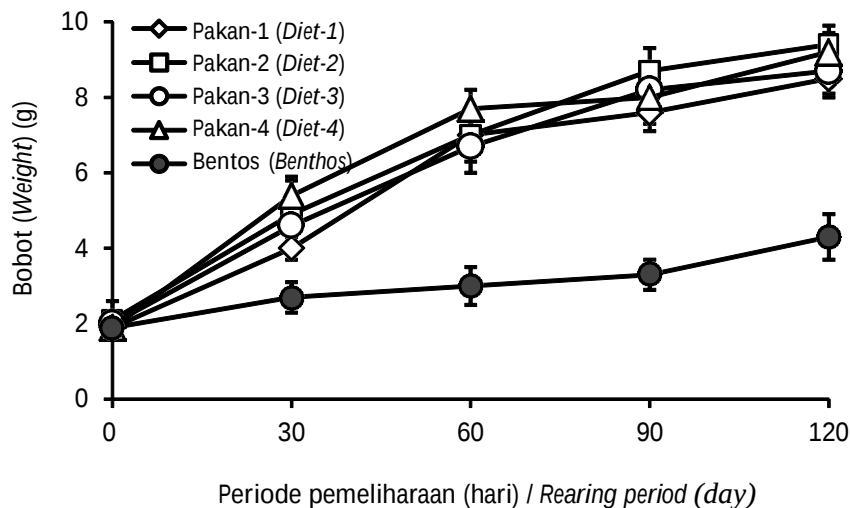
Pada Tabel 2 disajikan sintasan, keragaan pertumbuhan, dan konversi pakan benih teripang pasir

yang diberi pakan percobaan. Sintasan benih teripang pasir relatif tinggi berkisar 92,5%–97,5% untuk teripang yang diberi pakan buatan dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan kontrol yang hanya 75,0%. Kematian benih teripang, khususnya pada perlakuan kontrol, lebih banyak terjadi pada awal percobaan diduga karena masih dalam proses adaptasi dengan lingkungan pemeliharaan yang baru.

Keragaan pertumbuhan yang meliputi bobot akhir, persentase penambahan bobot, dan panjang akhir diantara benih teripang pasir yang diberi pakan buatan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$), namun berbeda nyata dengan keragaan pertumbuhan benih teripang yang diberi pakan bentos ($P < 0,05$). Pakan percobaan pada penelitian ini diformulasikan untuk mengandung protein dan lemak yang sama yaitu masing-masing berkisar 13,3%–15,0% dan 4,1%–4,9% menggunakan *Sargassum* sp., *Ulva* sp., dan bentos dengan proporsi yang berbeda, serta satu pakan tanpa menggunakan dua alga makro tersebut. Penggunaan *Sargassum* sp. dan *Ulva* sp. sebagai bahan pakan uji pada penelitian ini berdasarkan informasi dari Battaglene *et al.* (1999), di mana ekstrak *Sargassum* sp. dan tepung *Ulva* sp. telah digunakan pada produksi benih teripang pasir di India. Sementara bentos merupakan pakan yang selama ini digunakan pada pembenihan teripang pasir di BBRBLPP, Gondol (Sembiring *et al.*, 2016). Shi *et al.* (2013) juga menggunakan alga coklat *Sargassum thunbergii* sebagai pakan pada budidaya teripang *Apostichopus japonicus* (Selenka) di Cina, karena alga ini mempunyai kandungan protein yang cukup untuk kebutuhan protein teripang, yaitu 7,8%–11% dan kaya akan asam amino. Beberapa jenis rumput laut lainnya yang juga digunakan pada pemeliharaan teripang *Apostichopus japonicus* (Selenka) adalah *Undaria pinnatifida* (Seo *et al.*, 2011), *Gracilaria lemaneiformis* (Gao *et al.*, 2011), dan *Ulva lactuca* (Xia *et al.*, 2012a). Bahkan Xia *et al.* (2012b) melaporkan pakan yang mengandung 50% *Laminaria japonica* dari total alga dalam pakan sangat cocok untuk budidaya teripang *Apostichopus japonicus*.

Selain komposisi dan bahan pakan yang digunakan pada pemeliharaan teripang, proses pembuatan pakan juga berpengaruh terhadap pertumbuhan teripang. Teripang *Apostichopus japonicus* yang diberi pakan yang diproses dengan ekstruder menghasilkan pertumbuhan dan konversi pakan yang lebih baik dibandingkan dengan yang diberi pakan pelet (kompak), *flake* atau *moist* (Xia *et al.*, 2013), walaupun pakan tersebut dirubah menjadi partikel kecil sebelum diberikan pada teripang.

Informasi tentang kebutuhan protein pakan khususnya untuk teripang pasir sampai saat ini belum



Gambar 1. Pola pertambahan bobot teripang pasir yang diberi pakan percobaan selama 120 hari pemeliharaan.

Figure 1. Growth pattern of sea cucumber, *Holothuria scabra* fed with the experimental diets for 120 days.

tersedia. Berdasarkan habitat dan kebiasaan makannya di alam, diduga kebutuhan protein untuk pertumbuhan teripang relatif rendah. Pernyataan ini didukung oleh hasil penelitian Seo & Lee (2010) dan Huiling *et al.* (2004) yang masing-masing menyatakan bahwa teripang *Apostichopus japonicus* ukuran rata-rata 1,3 g dan 4,5–4,8 g membutuhkan pakan dengan kandungan protein 20% dan 21,5% untuk mendukung pertumbuhannya, sedangkan untuk kandungan lemak pakannya mencapai 2% (Seo & Lee, 2010). Sementara itu, Bai *et al.* (2016) menyatakan bahwa teripang *Apostichopus japonicus* ukuran 5,0 g tumbuh baik bila diberi pakan dengan kandungan protein 11% dan lemak 2,8%. Kandungan protein dan lemak ini hampir mirip dengan kandungan protein dan lemak pakan kontrol (bentos) pada penelitian ini yaitu berturut-turut 11,1%

dan 4,8%. Kandungan protein bentos ini lebih rendah dibandingkan dengan kandungan protein pakan buatan. Hal ini diduga merupakan salah satu penyebab rendahnya pertumbuhan teripang yang diberi pakan bentos dibandingkan yang diberi pakan buatan. Berdasarkan data pertumbuhan pada percobaan ini, dapat diduga bahwa teripang pasir ukuran rata-rata 2,0 g membutuhkan pakan dengan kandungan protein lebih tinggi dari 11% untuk tumbuh optimal.

Selain memperhatikan aspek nutrisi pakan, teripang juga memerlukan campuran pasir atau lumpur dengan ukuran partikel tertentu pada pakannya. Pasir dan lumpur laut sebagai bahan dalam pakan diduga berperan mengatur waktu lamanya pakan berada dalam saluran pencernaan dari teripang. Pasir dan lumpur

Tabel 2. Sintasan dan performa pertumbuhan teripang pasir yang diberi pakan percobaan selama 120 hari¹⁾

Table 2. Survival and growth performances of sea cucumber fed with the experimental diets for 120 days

Pakan percobaan Experimental diets	Sintasan Survival (%)	Bobot akhir Final weight (g)	Pertambahan bobot Weight gain (%)	Panjang akhir Final length (cm)	Konversi pakan FCR ²⁾
Pakan-1 (Diet-1)	92.5 ± 4.7 ^a	8.5 ± 0.5 ^a	347.0 ± 43.3 ^a	4.6 ± 0.8 ^a	2.3 ± 0.1 ^a
Pakan-2 (Diet-2)	97.5 ± 2.5 ^a	9.4 ± 1.1 ^a	368.3 ± 57.2 ^a	4.7 ± 0.1 ^a	2.0 ± 0.1 ^a
Pakan-3 (Diet-3)	95.5 ± 1.9 ^a	8.7 ± 0.6 ^a	341.3 ± 53.7 ^a	4.9 ± 0.6 ^a	2.1 ± 0.2 ^a
Pakan-4 (Diet-4)	97.5 ± 3.0 ^a	9.2 ± 1.0 ^a	386.8 ± 40.8 ^a	4.6 ± 0.3 ^a	2.0 ± 0.3 ^a
Kontrol (Control)	75.0 ± 11.1 ^b	4.3 ± 0.6 ^b	126.9 ± 48.7 ^b	3.5 ± 0.4 ^b	4.3 ± 1.6 ^b

¹⁾ Nilai pada lajur yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata
Values in the column with the same latter are not significantly different ($P > 0,05$)

²⁾ Konversi pakan berdasarkan berat kering pakan (Feed conversion ratio based on dry weight)

laut dengan ukuran partikel lebih kecil dari 0,008 mm dalam pakan memberikan pertumbuhan lebih baik untuk teripang *Apostichopus japonicus* (Shi *et al.*, 2015). Informasi berbeda dilaporkan oleh Robinson *et al.* (2013) pada pemeliharaan teripang secara intensif pada sistem resirkulasi (RAS) di mana pencampuran pasir pada pakan tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan teripang *Holothuria scabra*, tetapi pasir sebagai substrat memang berpengaruh positif terhadap pertumbuhan teripang. Untuk memenuhi kebutuhan partikel atau komponen lumpur pada pakan percobaan, maka pada formulasi pakan ini ditambahkan tepung klekap. Wen *et al.* (2016) melakukan percobaan dengan teripang *Apostichopus japonicus* yang diberi pakan masing-masing hanya dengan bahan tepung rumput laut *Sargassum maticum*, *Gracilaria lemaneiformis* atau *Ulva lactuca*, atau masing-masing tepung rumput laut tersebut dicampur dengan tepung klekap (*benthic matter*) menyimpulkan bahwa klekap dapat menggantikan tepung rumput laut sebagai pakan teripang. Hal ini didasarkan pada hasil percobaannya yang menunjukkan bahwa teripang yang diberi pakan campuran tepung rumput laut dan klekap menghasilkan pertumbuhan yang sama atau lebih baik dibandingkan dengan yang diberi hanya tepung rumput laut.

Komposisi Biokimia Teripang

Tabel 3 menyajikan komposisi proksimat teripang pasir setelah diberi pakan percobaan selama 120 hari. Pakan percobaan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan protein, abu, serat kasar, dan BETN teripang. Teripang yang diberi pakan buatan mempunyai kandungan protein yang lebih tinggi dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan teripang yang diberi pakan bentos segar. Namun demikian, kandungan protein keempat grup teripang yang diberi pakan buatan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Data ini sejalan dengan data keragaan pertumbuhannya, yang menunjukkan bahwa formulasi pakan buatan yang dicoba tidak

berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kandungan protein teripang. Hal yang sama juga dilaporkan pada abalon, *Haliotis squamata*, di mana kandungan protein daging abalon yang diberi pakan buatan lebih tinggi daripada yang diberi pakan segar berupa *Gracilaria* sp. (Giri *et al.*, 2015). Shearer (1994) menyatakan bahwa komposisi proksimat dari ikan budidaya secara umum dipengaruhi oleh faktor internal (genetik, ukuran, seks, dan siklus hidup) dan faktor eksternal seperti pakan (komposisi, frekuensi, jumlah pakan, dan lain-lain) dan lingkungan (suhu, salinitas, dan lain-lain). Lebih lanjut dinyatakan bahwa faktor yang dominan memengaruhi komposisi proksimat ikan budidaya adalah ukuran ikan, siklus hidup, dan energi yang dikonsumsi (pakan). Zacarias-Soto & Olvera-Novoa (2015) juga melaporkan bahwa kandungan protein teripang *Isoptichopus badiotus* dipengaruhi oleh kandungan protein dan lemak pakan komersial yang diberikan. Teripang *I. badiotus* tersebut diberi pakan dengan kandungan protein yang berbeda yaitu 20,1%; 37,7%; dan 14,8% dan masing-masing kandungan protein tubuhnya adalah 22,1%; 23,7%; dan 17,6%. Selanjutnya, kadar abu teripang yang diberi pakan bentos cukup tinggi dibandingkan dengan perlakuan pakan lainnya. Hal ini sesuai dengan kadar abu pakan kontrol (bentos) yang tertinggi (62,2%) dibandingkan pakan lainnya. Kadar abu teripang yang diberi pakan percobaan Diet-4 dengan kadar abu sebesar 19,7% juga relatif tinggi dan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan kadar abu teripang yang diberi pakan bentos. Data ini menunjukkan bahwa kadar abu pakan yang tinggi tidak terkait langsung dengan kadar abu teripang.

Komposisi asam amino teripang pasir setelah diberi pakan percobaan selama 120 hari tertera pada Tabel 4. Kandungan asam amino teripang pasir yang diberi pakan percobaan Diet-4 dan pakan bentos (kontrol) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pakan percobaan Diet-4 tidak mengandung tepung ikan dan pakan kontrol hanya terdiri atas

Tabel 3. Komposisi proksimat (% BK) teripang pasir setelah diberi pakan percobaan selama 120 hari¹⁾

Table 3. Proximate composition (% DM) of sea cucumber fed with the experimental diets for 120 days

Pakan percobaan <i>Experimental diets</i>	Protein <i>Protein</i>	Lemak <i>Lipid</i>	Kadar abu <i>Ash</i>	Serat kasar <i>Crude fiber</i>	BETN <i>NFE</i>
Pakan-1 (<i>Diet-1</i>)	22.3 ± 1.1 ^a	2.6 ± 0.6 ^a	45.3 ± 0.5 ^{ab}	24.7 ± 0.9 ^{ab}	5.1 ± 0.3 ^b
Pakan-2 (<i>Diet-2</i>)	24.4 ± 0.4 ^a	3.4 ± 0.4 ^a	43.9 ± 0.9 ^a	24.5 ± 0.8 ^{ab}	3.8 ± 0.2 ^{ab}
Pakan-3 (<i>Diet-3</i>)	23.6 ± 1.2 ^a	3.0 ± 0.3 ^a	45.0 ± 2.1 ^{ab}	23.5 ± 1.2 ^a	4.9 ± 0.4 ^b
Pakan-4 (<i>Diet-4</i>)	23.5 ± 0.4 ^a	2.9 ± 0.7 ^a	47.9 ± 1.1 ^{bc}	22.2 ± 0.9 ^a	3.5 ± 0.3 ^a
Kontrol (<i>Control</i>)	18.4 ± 0.2 ^b	2.6 ± 0.2 ^a	49.6 ± 1.4 ^c	26.1 ± 3.0 ^b	3.3 ± 0.2 ^a

¹⁾ Nilai pada lajur yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata
Value in the column with the same latter are not significantly different ($P > 0,05$)

Tabel 4. Komposisi asam amino teripang pasir setelah diberi pakan percobaan selama 120 hari (% w/w)

Table 4. Amino acids composition of sea cucumber fed with the experimental diets for 120 days (% w/w; simplo)

Asam amino Amino acids	Pakan percobaan (Experimental diets)				
	Pakan-1 Diet-1	Pakan-2 Diet-2	Pakan-3 Diet-3	Pakan-4 Diet-4	Kontrol Control
<i>Essential AA:</i>					
Leucine	1.01	1.11	1.19	0.63	0.72
Methionine	0.20	0.60	0.49	0.15	0.23
Isoleucine	0.47	0.75	0.80	0.16	0.27
Valine	0.62	0.90	0.99	0.25	0.37
Arginine	1.49	2.71	1.69	0.90	0.93
Threonine	0.89	0.93	0.99	0.38	0.44
Histidine	0.18	0.17	0.20	0.12	0.14
Phenylalanine	0.55	0.79	0.88	0.33	0.40
Lysine	0.65	0.74	0.54	0.42	0.48
<i>Non-esensial AA:</i>					
Alanine	1.60	1.63	1.69	1.36	1.08
Aspartic acid	1.89	1.88	2.00	1.34	1.30
Glutamic acid	3.14	3.63	3.79	2.24	2.10
Glycine	2.48	2.01	1.99	1.88	1.48
Serine	0.91	0.83	0.90	0.71	0.68
Tyrosine	0.51	1.15	1.25	0.28	0.35
Total	16.59	19.83	20.54	11.14	10.96

berbagai jenis plankton yang diduga menyebabkan lebih rendahnya asam amino pada teripang yang diberi kedua pakan tersebut. Kandungan arginin, glisin, dan asam glutamat merupakan asam amino dominan yang ditemukan pada teripang pasir pada percobaan ini. Hasil ini sesuai dengan yang dilaporkan Ridhowati & Asnani (2015) bahwa glisin dan asam glutamat, diikuti arginin dan alanin merupakan asam amino dominan pada daging teripang pasir alam yang dikeringkan. Glisin merupakan asam amino dominan (18,38%–19,17%) yang ditemukan pada daging empat spesies teripang dari alam yaitu *Actinopyga mauritiana*, *Holothuria scabra*, *Bohadschia marmorata*, dan *Holothuria leucospilota* (Omran, 2013). Seo *et al.* (2011) pada percobaannya menggunakan bahan nabati berupa rumput laut untuk pakan pemeliharaan teripang *A. japonicus* melaporkan bahwa komposisi asam amino teripang tidak dipengaruhi oleh bahan pakan yang digunakan.

Komposisi asam lemak teripang pasir setelah diberi pakan percobaan selama 120 hari disajikan pada Tabel 5. Komposisi asam lemak teripang pasir yang diberi pakan buatan tidak banyak bervariasi. Namun secara umum kandungan asam lemak (% dari kadar lemak) grup teripang yang diberi pakan buatan lebih tinggi (21,0%–34,62%) dibandingkan dengan yang diberi pakan bentos (5,53%). Rendahnya total asam lemak yang

terdeteksi pada teripang yang diberi pakan bentos tidak sejalan dengan data kandungan lemak teripang (Tabel 3), di mana kandungan lemak teripang tidak berbeda nyata pada semua perlakuan. Kandungan asam lemak linoleat (18:2n-6) yang relatif tinggi (1,62%) diperoleh pada teripang pasir yang menerima pakan Diet-4 yang berbahan baku tepung kedelai. Kedelai merupakan bahan pakan nabati yang mempunyai kandungan asam lemak linoleat yang tinggi. Sementara itu, kandungan asam lemak arakidonat yang tinggi (7,05%) diperoleh pada teripang yang menerima pakan Diet-1 dengan bahan baku tepung *Sargassum* sp. Giri *et al.* (2015) melaporkan bahwa tepung *Sargassum* sp. mempunyai kandungan asam lemak arakidonat yang jauh lebih tinggi (8,32% dari kadar lemak) dibandingkan dengan *Ulva* sp. (0,34%) dan *Gracilaria* sp. (5,14%). Pakan Diet-2 juga diformulasi menggunakan tepung *Sargassum* sp. yang kandungannya sama dengan pakan Diet-1 (44%) dan dikombinasikan dengan tepung *Ulva* sp. (40%). Namun kandungan asam lemak arakidonat teripang yang diberi pakan Diet-2 cenderung lebih rendah dibandingkan dengan yang diberi pakan Diet-1. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Wen *et al.* (2016) untuk teripang *A. japonicus* yang diberi pakan tepung *Sargassum muticum* mempunyai kandungan asam lemak arakidonat lebih tinggi dibandingkan dengan yang diberi pakan campuran tepung *Sargas-*

Tabel 5. Komposisi asam lemak teripang pasir setelah diberi pakan percobaan selama 120 hari (% w/w lemak)

Table 5. Fatty acids composition of sea cucumber fed with the experimental diets for 120 days (% w/w lipid)

Asam lemak Fatty acids	Pakan percobaan (Experimental diets)				
	Pakan-1 Diet-1	Pakan-2 Diet-2	Pakan-3 Diet-3	Pakan-4 Diet-4	Kontrol Control
Myristic acid, 14:0	0.93	0.20	0.35	0.36	0.12
Palmitic acid, 16:0	4.08	1.20	1.69	1.54	0.56
Stearic acid, 18:0	3.94	2.21	2.78	2.76	0.92
Oleic acid, 18:1n-9	0.51	1.10	0.96	1.64	0.46
Linoleic acid, 18:2n-6	0.25	0.30	0.34	1.62	0.09
Linolenic acid, 18:3n-3	0.44	0.64	0.69	0.82	0.23
Arachidonic acid, 20:4n-6	7.05	4.70	4.96	4.37	0.53
Eicosapentaenoic acid (EPA), 20:5n-3	5.09	2.13	4.32	5.41	0.18
Docosahexaenoic acid (DHA), 22:6n-3	0.45	0.49	0.67	0.91	0.04
Total n-3	5.98	3.26	5.68	7.14	0.45
Total n-6	7.43	5.09	5.59	6.11	0.62
Total fatty acids	34.62	21.00	26.28	30.62	5.53

sum muticum dengan *benthic matter*. Saito *et al.* (1999) menyatakan bahwa pakan merupakan faktor utama yang memengaruhi komposisi dan total asam lemak ikan, tetapi faktor lain seperti ukuran atau umur dan status reproduksi ikan juga mempunyai pengaruh yang nyata. Di antara grup teripang yang diberi pakan buatan, teripang yang menerima pakan Diet-2 mempunyai kandungan EPA (20:5n-3) paling rendah (2,13%). Pakan Diet-2 diformulasi dengan *Ulva* sp. dan *Sargassum* sp. yang ternyata juga mempunyai kandungan EPA yang rendah (Giri *et al.*, 2015).

Secara umum kandungan asam lemak miristat, palmitat dan stearat merupakan asam lemak dominan pada teripang setelah pemberian pakan percobaan. Asam lemak EPA juga merupakan asam lemak yang dominan kecuali pada teripang yang menerima pakan kontrol (bentos). Hal yang sama juga dilaporkan Ridhowati & Asnani (2015) bahwa asam lemak palmitat, stearat, kelekup dan arakidonat merupakan asam lemak dominan dari teripang pasir yang diolah dengan pengeringan, namun tidak untuk kandungan EPA. Fawzya *et al.* (2015) juga melaporkan bahwa asam lemak palmitat merupakan asam lemak dominan pada teripang *Holothuria fuscogilva* dan kandungannya bahkan mencapai 32% dari total asam lemak (Wen *et al.*, 2010). Asam lemak stearat (18:0) dan oleat (18:1n-9) cenderung diakumulasi oleh teripang *Isostichopus badionotus* yang diberi pakan dengan kandungan lemak berlebih (Zacarias-Soto & Olvera-Novoa, 2015). Sementara teripang *Apostichopus japonicus* yang diberi

pakan dengan kandungan lemak tinggi cenderung mengakumulasi asam lemak linoleat dan oleat (Seo & Lee, 2010). Beberapa informasi tersebut menunjukkan bahwa profil asam lemak teripang dipengaruhi oleh kandungan lemak pakannya.

KESIMPULAN

Benih teripang pasir dapat memanfaatkan pakan buatan dengan baik untuk pertumbuhannya dibandingkan dengan pakan bentos. Pemberian pakan buatan dapat meningkatkan kandungan protein teripang pasir dibandingkan dengan pakan bentos. Pakan berbasis tepung *Sargassum* sp. dapat diaplikasikan pada pemeliharaan benih teripang pasir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh APBN DIPA Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut (BBPPBL), Gondol tahun anggaran 2016. Penulis sampaikan terima kasih kepada Ni Made Meita dan Sumardi (teknisi Laboratorium Pakan) serta Deny Puji Utami dan Darsudi (teknisi Laboratorium Kimia) BBPPBL, Gondol atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (1990). Official methods of analysis. 12th Ed. Washington, D.C. Association of Official Analytical Chemists, p. 1141.

- Bai, Y., Zhang, L., Xia, S., Liu, S., Ru, X., Zhang, T., & Yang, H. (2016). Effects of dietary protein levels on the growth, energy budget, and physiological and immunological performance of green, white and purple color morphs of sea cucumber, *Apostichopus japonicus*. *Aquaculture*, 450, 375-382.
- Battaglione, S.C. (1999). Culture of tropical sea cucumbers for stock restoration and enhancement. *The ICLARM Quarterly*, 2(4), 4-11.
- Battaglione, S.C., Seymour, J.E., & Ramofafia, C. (1999). Survival and growth of cultured juvenile sea cucumbers, *Holothuria scabra*. *Aquaculture*, 178, 293-322.
- Conand, C. & Byrne, M. (1993). A review of recent developments in the world sea cucumber fisheries. *Marine Fisheries Review* 55(4), 1-13.
- Conand, C. (2004). Present status of world sea cucumber resources and utilization: an international overview. In: *Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management* (Lovatelli, A., Conand, C., Purcell, S., Uthicke, S., Hamel, J.F. & Mercier, A. eds), pp.13-23. FAO, Rome, Italy.
- FAO. (1988). Sea cucumber culture: potential and prospects. <http://www.fao.org/docrep/field/003/ac869e/AC869E06.htm#ch6.2>. Diakses tgl. 16 April 2015.
- Fawzya, Y.N., Januar, H.I., Susilowati, R., & Chasanah, E. (2015). Chemical composition and fatty acid profile of some Indonesian sea cucumbers. *Squalen Bull. of Mar. & Fish. Postharvest & Biotech.*, 10(1), 27-34.
- Furuichi, M. (1988). Carbohydrate. In Watanabe, T. (Ed.). *Fish Nutrition and Mariculture*. Departement of Aquatic Biosciences, University of Fisheries. Tokyo, p. 44-55.
- Gao, Q.F., Wang, Y.S., Dong, S.L., Sun, Z.L., & Wang, F. (2011). Absorption of different food sources by sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) (Echinodermata: Holothuroidea): evidence from carbon stable isotope. *Aquaculture*, 319, 272-276.
- Giri, N.A., Marzuqi, M., Astuti, N.W.W., Andriyanto, W., Rusdi, I., & Andamari, R. (2015). Evaluasi bahan baku pakan dan pengembangan pakan buatan untuk budidaya pembesaran abalon (*Haliotis squamata*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(3), 379-388.
- Huiling, S., Mengqing, L., Jingping, Y., & Bijuan, C. (2004). Nutrient requirements and growth of the sea cucumber, *Apostichopus japonicus*. In *Advances in sea cucumber aquaculture and management* (Lovatelli, A., Conand, A., Purcell, C., Uthicke, S., Hamel, S., & Mercier, J. F. eds), pp. 327-331. FAO Fisheries Technical Paper No. 463. FAO, Rome, Italy.
- Mercier, A., Battalene, S.C., & Hamel, J.F. (2000). Settlement preferences and early migration of the tropical sea cucumber *Holothuria scabra*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 249, 89-110.
- Omran, N.E.E. (2013). Nutritional value of some Egyptian sea cucumbers. *African Journal of Biotechnology*, 12, 5466-5472.
- Rahman, M.A., Yusoff, F.M., & Arshad, A. (2015). Sea cucumber fisheries: global status, culture, management and extinction risks. *International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences (IJCEBS)*, 3(4), 344-348.
- Ridhowati, S. & Asnani. (2015). Profil asam amino dan asam lemak pada teripang pasir (*Holothuria scabra*) olahan Belitung. *Jurnal Matematika, Saint, dan Teknologi*, 16(2), 20-27.
- Robinson, G., Slater, M.J., Jones, C.L.W., & Stead, S.M. (2013). Role of sand as substrate and dietary component for juvenile sea cucumber *Holothuria scabra*. *Aquaculture*, 392-395, 23-25.
- Saito, H., Yamashiro, R., Alasalvar, C., & Konno, T. (1999). Influence of diet on fatty acids of three subtropical fish, subfamily caesioninae (*Caesio digrumna* and *C. tile*) and family siganidae (*Siganus canaliculatus*). *Lipids*, 34(10), 1073-1082.
- Sembiring, S.B.M., Sugama, K., Swastika, 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.
- Sembiring, S.B.M., Hutapea, J.H., Sugama, K., Susanto, B., Giri, N.A., & Haryanti. (2015). Teknik perbenihan teripang pasir *Holothuria scabra*. Dalam: *Rekomendasi Teknologi Kelautan dan Perikanan 2015* (Soekadi, F., Sugama, K., Nurhakim, S., Heruwati, E.S., Purba, M., Kusnendar, E., Djunaidah, I.S., Sudibjo, E.R., & Sakti, I. eds.). hlm. 187-200. Badan Litbang Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Sembiring, S.B.M., Wardana, I.B., & Haryanti. (2016). Performa benih teripang pasir, *Holothuria scabra* dari sumber induk yang berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur*, 11(2), 147-156.
- Shearer, K.D. (1994). Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. *Aquaculture*, 119, 63-88.
- Shi, C., Dong, S.L., Wang, F., Gao, Q.F., & Tian, X.L. (2013). Effects of four fresh microalgae in diet on growth and energy budget of juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka). *Aquaculture*, 416-417, 296-301.

- Shi, C., Dong, S., Wang, F., Gao, Q., & Tian, X. (2015). Effects of the sizes of mud or sand particles in feed on growth and energy budgets of young sea cucumber (*Apostichopus japonicus*). *Aquaculture*, 440, 6-11.
- Seo, J.Y. & Lee, S.M. (2010). Optimum dietary protein and lipid levels for growth of juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus*. *Aquaculture Nutrition*, 17 (2), e56-e61.
- Seo, J.Y., Shin, I.S., & Lee, S.M. (2011). Effect of dietary inclusion of various plant ingredients as an alternative for *Sargassum thunbergii* on growth and body composition of juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus*. *Aquaculture Nutrition*, 17, 549-556.
- Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. (1980). Principles and procedures of statistics. New York, USA. McGraw Hill, p. 481.
- Takeuchi, T. (1988). Laboratory work-chemical evaluation of dietary nutrient. In Watanabe, T. (Ed.). *Fish Nutrition and Mariculture*. JICA Kanagawa International Fisheries Training Centre. Tokyo, p. 179-233.
- Uthicke, C. (2004) Overfishing of holothurians: lessons from the Great Barrier Reef. In *Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management* (Lovatelli, A., Conand, C., Purcell, S., Uthicke, S., Hamel, J.F., & Mercier, A. eds), pp. 163-171. FAO, Rome, Italy.
- Uthicke, S. & Karez, R. (1999). Sediment patch selectivity in tropical sea cucumbers (Holothurioidea: Aspidochirotida) analyzed with multiple choice experiments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 236, 69-87.
- Wen, J., Hua, C., & Fana, S. (2010). Chemical composition and nutritional quality of sea cucumbers. *J. Sci. Food Agric.*, 90, 2469-24745.
- Wen, B., Gao, Q., Dong, S., Hou, Y., Yu, H., & Li, W. (2016). Effects of different feed ingredients on growth, fatty acid profiles, lipid peroxidation and aminotransferases activities of sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka). *Aquaculture*, 454, 176-183.
- Wu, B., Xia, S., Rahman, M.M., Rajkumar, M., Fu, Z., Tan, J., & Yang, A. (2015). Substituting seaweed with corn leaf in diet of sea cucumber (*Apostichopus japonicus*): Effects on growth, feed conversion ratio and feed digestibility. *Aquaculture*, 444, 88-92.
- Xia, S., Yang, H., Li, Y., Liu, S., Zhou, Y., & Zhang, L. (2012a). Effects of different seaweed diets on growth, digestibility, and ammonia-nitrogen production of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka). *Aquaculture*, 338-341, 304-308.
- Xia, S., Zhao, P., Chen, K., Li, Y., Liu, S., Zhang, L., & Yang, H. (2012b). Feeding preferences of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) on various seaweed diets. *Aquaculture*, 344-349, 205-209.
- Xia, S., Yang, H., Li, Y., Liu, S., Zhang, L., Chen, K., Lee, J.H., & Zou, A.G. (2013). Effects of differently processed diets on growth, immunity and water quality of sea cucumber, *Apostichopus japonicus* (Selenka 1867). *Aquaculture Nutrition*, 19, 382-389.
- Xia, B., Wang, J., Gao, Q., Sun, Y., Zhang, L., Ma, J., & Liu, X. (2015). The nutritional contributions of dietary protein sources to tissue growth and metabolism of sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka): Evidence from nitrogen stable isotope analysis. *Aquaculture*, 435, 237-244.
- Zacarias-Soto, M. & Olvera-Novoa, M. (2013). Effect of different diets on body biochemical composition of the four-sided sea cucumber, *Isostichopus badionotus*, under culture conditions. *J. World Aquaculture Soc.*, 46(1), 45-52.
- Zhang, B., Sun, D., & Wu, Y. (1995) Preliminary analysis on the feeding habit of *Apostichopus japonicus* in the rocky coast waters of Lingshan Island. *Marine Sciences*, 3, 11-13.