

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

## PERFORMANSI REPRODUKSI INDUK IKAN BARONANG, *Siganus guttatus* YANG DIBERI PAKAN MENGANDUNG RUMPUT LAUT

Usman<sup>#</sup>, Kamaruddin, Asda Laining, dan Samuel Lante

Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan  
Jl. Makmur Dg. Sitakka No. 129, Maros, Sulawesi Selatan 90511

(Naskah diterima: 9 November 2020; Revisi final: 4 April 2021; Disetujui publikasi: 5 April 2021)

### ABSTRAK

Performansi reproduksi dan kualitas larva ikan baronang, *Siganus guttatus*, masih rendah. Rumput laut, *Gracilaria* sp. dan *Ulva* sp. merupakan pakan alami di alam dan mengandung nutrisi penting untuk ikan baronang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi penggunaan pakan yang mengandung rumput laut terhadap performa reproduksi induk ikan baronang. Perlakuan yang dicobakan adalah (A) pakan buatan tanpa kandungan tepung rumput laut, (B) pakan buatan mengandung tepung rumput laut *Gracilaria* sp. 15%, (C) pakan buatan mengandung tepung rumput laut *Ulva* sp. 15%, (D) pakan buatan tanpa tepung rumput laut (A) + rumput laut segar *Gracilaria* sp. Induk ikan baronang berukuran rata-rata 250,7 ± 20,8 g; dipelihara dalam bak beton berukuran 2,0 m x 1,5 m x 1,0 m; kepadatan 20 ekor/bak dengan rasio betina dan jantan 1:1. Peubah yang diamati meliputi fekunditas, diameter oocyte, diameter telur terbuahi, tingkat pembuahan telur, tingkat penetasan telur, panjang larva D-0, dan kandungan energi larva D-0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keempat pakan uji memberikan performansi reproduksi ikan baronang yang tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ). Induk ikan baronang pada semua perlakuan memijah setiap bulan, fekunditas telur 863-1.149 butir/g induk; diameter oosit 435,7-439,7 µm; diameter telur yang terbuahi 576,1-583,0 µm; tingkat pembuahan telur 94,8%-96,1%; tingkat penetasan telur 78,6%-84,7%; dan panjang larva D-0 berkisar 2,20-2,24 mm; serta kandungan energi larva D-0 5.620-5.662 kal/g. Rumput laut *Gracilaria* sp. dan *Ulva* sp. tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap performansi reproduksi, namun keempat pakan tersebut dapat diaplikasikan dalam pematangan gonad dan pemijahan induk ikan baronang untuk produksi larva secara massal.

**KATA KUNCI:** induk ikan baronang; pakan, rumput laut; performansi reproduksi

**ABSTRACT:** *Reproductive performance of rabbitfish broodstock, Siganus guttatus, fed with seaweed-supplemented artificial diets. By: Usman, Kamaruddin, Asda Laining, and Samuel Lante*

*Reproductive performance and quality of larvae of rabbitfish, Siganus guttatus, are still low. Seaweed, Gracilaria sp. and Ulva sp., are the natural food of rabbitfish and contain important nutrients for the fish. This study was aimed at evaluating the effects of seaweed-supplemented artificial diet on the reproductive performance of rabbitfish. The treatments consisted of the artificial diet : (A) without seaweed content, (B) 15% of seaweed, Gracilaria sp. meal, (C) 15% of seaweed, Ulva sp. meal, (D) without seaweed meal (A) + fresh Gracilaria sp. The rabbitfish broodstock with an average weight of 250 ± 20.9 g were maintained in eight concrete tanks measuring at 2.0 m x 1.5 m x 1.0 m. The fish stocking density was 20 fish/tank with the ratio of female and male of 1:1. The observed variables were fecundity, oocyte diameter, fertilized egg diameter, egg fertilization rate, egg hatching rate, D-0 larvae length, and D-0 larvae energy content. The results showed that the feed treatments had no significant effect ( $P > 0.05$ ) on all of reproductive variables of rabbitfish broodstock. The test fish spawned every month, with fecundity, oocyte diameter, fertilized egg diameter, egg fertilization rate, egg hatching rate, D-0 larval length, and the energy content of D-0 larvae ranged between 863-1,149 egg/g fish, 435.7-439.7 µm, 576.1-583.0 µm, 94.8%-96.1%, 78.6%-84.7%, 2.20-*

<sup>#</sup> Korespondensi: Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan. Jl. Makmur Dg. Sitakka No. 129, Maros, Sulawesi Selatan 90511, Indonesia  
Tel. + 62 411 371544  
E-mail: [siganus007@yahoo.com](mailto:siganus007@yahoo.com)

2.24 mm, and 5.620-5.662 cal/g, respectively. This study concludes that the application of seaweed *Gracilaria* sp. and *Ulva* sp. have no significant effect on the reproductive performance of rabbitfish broodstock. However, the four test diets could be used in gonad maturation and spawning of rabbitfish in the effort of mass producing the fish larvae for aquaculture.

**KEYWORDS:** artificial diet; seaweed; reproduction performance; rabbitfish broodstock

## PENDAHULUAN

Ikan baronang merupakan salah satu jenis ikan ekonomis yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan kegiatan budidayanya karena harganya cukup mahal sekitar Rp50.000,00-Rp60.000,00/kg di tingkat pembudidaya, mampu hidup berjejalan, memiliki respons baik terhadap pakan buatan, dan laju pertumbuhannya cukup tinggi. Ikan ini bersifat herbivora (*low food chain*) sehingga dapat memanfaatkan komponen bahan nabati yang cukup tinggi dalam pakannya untuk tumbuh optimal (Hoey *et al.*, 2013; Usman *et al.* 2015; 2020<sup>a</sup>; 2020<sup>b</sup>).

Banyak pembudidaya yang berminat memelihara ikan baronang, namun terkendala pada ketersediaan benih. Saat ini, pembudidaya hanya mengandalkan benih yang bersumber dari alam yang sifatnya sangat musiman, lokasinya tertentu dan proses penangkapannya cukup sulit, dan sering mengalami kematian akibat cara penangkapan (kasar, luka) dan penanganan yang tidak tepat. Oleh karena itu, ketersediaan benih ikan baronang melalui hasil perbenihan perlu diupayakan. Salah satu hal penting yang harus diperhatikan dalam perbenihan ikan baronang adalah pakan induk. Kualitas nutrisi pakan induk sangat memengaruhi performansi reproduksi ikan dan krustasea seperti pematangan gonad, fekunditas, daya tetas telur, perkembangan, dan kualitas larva (Laining *et al.*, 2014, Ghaedi *et al.*, 2019). Oleh karena itu, pakan induk merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan untuk mendapatkan performansi reproduksi dan vitalitas induk, serta kualitas larva ikan baronang yang baik. Beberapa hasil penelitian tentang pakan induk ikan baronang telah dilaporkan seperti kebutuhan protein 38%-46%, lemak 17%-18%, rasio energi/protein sekitar 9 kkal/g (Duray *et al.*, 1994; Subandiyono *et al.*, 1999). Kebutuhan kandungan nutrisi lain dalam pakan induk ikan baronang berupa lesitin sebanyak 2,5%; asam lemak n-3 sebanyak 3%; dan n-6 sebanyak 3% (Subandiyono *et al.*, 1999). Penambahan vitamin C bentuk *chitosan oligosaccharide ascorbate* (COA) sebanyak 0,3% dalam pakan meningkatkan dan mempercepat kematangan gonad ikan baronang (Lante *et al.*, 2016). Demikian juga penambahan carotenoid sebanyak 0,3% dalam pakan juga meningkatkan performansi reproduksi induk ikan baronang (Laining *et al.*, 2015<sup>a</sup>; 2015<sup>b</sup>). Namun performansi reproduksi induk dan sintasan larva dalam pembenihan ikan

baronang ini masih rendah, sehingga perlu perbaikan pakan induk tersebut dengan merangkum semua hasil penelitian yang telah ada dengan menggunakan bahan baku yang lebih murah untuk mendapatkan performansi reproduksi induk dan kualitas larva yang baik.

Di alam, ikan baronang banyak mengonsumsi tanaman air, seperti *Enhalus* sp., *Padina* sp., *Gelidium*, *Sargassum* sp., *Chaetomorpha* sp., *Enteromorpha* sp., *Cladophoropsis* sp., *Helimeda* sp., *Caulerpa* sp., *Eucheuma* sp., *Gracilaria* sp., *Ulva* sp., dan lain-lain (Paul *et al.*, 1990; You *et al.*, 2014; Linh *et al.*, 2015; Latuconsina *et al.*, 2020). Rumput laut *Gracilaria* sp. mengandung beberapa nutrisi seperti protein (11,6%-22,9%), lemak (1,7%-3,6%), serat terlarut (15,6%-18,8%), vitamin C, vitamin E, antioksidan, kalsium, fosfor, besi, zat *anti-inflammatory*, zat *anti-bacterial*, dan *anti-viral* (*resistant starch*, *carrageenan*, yang dapat merangsang produksi interferon) (Benjama & Masniyom, 2012; Francavilla *et al.*, 2013; Rosemary *et al.*, 2019; Subramania *et al.*, 2020) yang cukup penting bagi kesehatan dan reproduksi ikan khususnya untuk ikan herbivora. Pada pemeliharaan induk baronang di bak pematangan gonad sering juga diberi pakan tambahan rumput laut segar, *Gracilaria* sp., utamanya ketika nafsu makan dan vitalitas (kesehatan) ikan menurun (Lante *et al.*, 2016). Jenis rumput laut lainnya, *Ulva* sp., juga mengandung beberapa nutrisi penting bagi kesehatan dan reproduksi ikan seperti protein (10%-26%), lemak (2,1%-8,7%), serat terlarut (25,3%-39,6%) (Abudabos, 2013; Vazquez-Rodriguez & Amaya-Guerra, 2016). Selanjutnya dilaporkan bahwa *Ulva* sp. juga mengandung *chlorophyll a* dan *b*, carotenoid, vitamin A, B, C, antioksidan, anti mikroba, anti virus, anti bakteri, anti koagulan, anti mutagen, dan komponen nutrisi ini penting bagi reproduksi dan sistem imun (Dominguez & Lore, 2019). Selain kandungan nutrisi mikronya, kedua jenis rumput laut tersebut juga merupakan sumber karbohidrat pakan, dan sebagai ikan herbivora, baronang mampu memanfaatkan karbohidrat sebagai sumber energi yang lebih baik dibandingkan ikan omnivora dan karnivora lainnya. Dua jenis hewan herbivora laut lainnya yaitu abalon dan bulu babi, pada pemeliharaan induknya yang diberi pakan mengandung rumput laut ini memberikan performa pertumbuhan dan reproduksi yang lebih baik dibandingkan pakan yang tidak mengandung rumput laut tersebut (Rusdi *et al.*, 2010; Cuesta-Gomez &

Sanchez-Saavedra, 2014; Cyrus *et al.*, 2014; Cyrus *et al.*, 2015<sup>a</sup>; 2015<sup>b</sup>; Damayanti *et al.*, 2018). Informasi tentang peran rumput laut *Gracilaria* sp. dan *Ulva* sp. terhadap reproduksi induk ikan baronang masih sangat kurang, sehingga penelitian ini perlu dilakukan untuk mengevaluasi penambahan rumput laut *Gracilaria* sp. dan *Ulva* sp. dalam pakan terhadap performa reproduksi induk ikan baronang.

## BAHAN DAN METODE

### Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan adalah ikan baronang *Siganus guttatus* yang memiliki ukuran bobot awal rata-rata  $250,7 \pm 20,8$  g. Ikan tersebut merupakan hasil pemeliharaan di tambak dari benih yang diproduksi di Instalasi Hatchery Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan (BRPBAPPP), Maros dan telah mencapai umur 14 bulan.

### Pakan Uji

Empat jenis pakan uji yang diberikan terdiri atas pakan buatan tanpa kandungan tepung rumput laut (A), pakan buatan yang mengandung tepung rumput laut *Gracilaria* sp. 15% (B), pakan buatan yang mengandung tepung rumput laut *Ulva* sp. 15% (C), dan kombinasi pakan buatan tanpa tepung rumput laut (A) + rumput laut *Gracilaria* sp. segar (setara 15% bobot kering) (D). Formulasi dan komposisi proksimat pakan uji disajikan pada Tabel 1. Pakan uji diberikan sebanyak 2,5% dari bobot biomassa/hari setara kering, di mana pada perlakuan D terbagi atas 85% pakan *pellet* dan 15% *Gracilaria* segar (kadar air 87%) setara bobot kering. Penelitian dirancang dengan rancangan acak lengkap yang terdiri atas empat perlakuan dan dua ulangan.

### Pemeliharaan Hewan Uji dan Pengumpulan Data

#### Pemeliharaan hewan uji

Ikan baronang F-1 sebelumnya dipelihara di tambak beton ukuran 1.000 m<sup>2</sup>, lalu dipindahkan ke karamba jaring apung (KJA) di laut. Kemudian ikan tersebut diseleksi berdasarkan ukurannya yang relatif seragam dan tidak cacat. Ikan hasil seleksi selanjutnya dipelihara dalam delapan unit jaring ukuran 2 m x 2 m x 2 m dengan kepadatan 20 ekor per karamba yang terdiri atas 10 ekor betina dan 10 ekor jantan (rasio sex 1:1) (masing-masing perlakuan terdiri atas dua ulangan). Ikan tersebut dipelihara dan diberikan pakan uji di KJA selama dua bulan untuk pematangan gonad awal. Setelah itu, ikan uji dipindahkan ke dalam delapan buah bak beton berukuran 2,0 m x 1,5 m x 1,2 m sesuai perlakuan untuk pematangan gonad akhir dan pemijahan. Pada pemeliharaan ikan dalam bak beton,

media pemeliharaan dilengkapi dengan aerasi, sistem air mengalir 6-8 L/menit pada jam 06.00 pagi hingga jam 18.00 sore. Pemberian pakan pada induk di bak beton dilakukan tiga kali sehari. Pada saat yang sama secara terpisah juga dilakukan pemeliharaan induk baronang dalam empat unit karamba berukuran 1 m x 1 m x 1 m dengan kepadatan masing-masing 10 ekor/karamba (betina lima ekor : jantan lima ekor) di KJA untuk diambil gonadnya setelah matang (untuk menghitung fekunditas dan diameter oosit, serta sampel untuk analisis kandungan asam lemak dan asam amino gonad).

### Pengumpulan dan Analisis Data

Penghitungan fekunditas dan pengukuran oosit

Penghitungan fekunditas telur dilakukan dengan diawali pengamatan perkembangan gonad ikan yang dipelihara di karamba jaring apung dengan cara kanulasi menggunakan kateter berdiameter 750  $\mu$ m pada saat 1-2 hari sebelum masa pemijahan. Induk baronang yang matang gonad, dibedah, diambil gonadnya untuk sampel dalam menghitung fekunditas telur dan diameter oosit, serta untuk sampel analisis kimia (asam lemak dan asam amino gonad). Pada setiap perlakuan, ada lima ekor induk betina yang dibedah sebagai ulangan ( $n = 5$  individu) untuk menghitung dan menganalisis fekunditas dan diameter oosit.

### Pengamatan pembuahan, penetasan telur, dan vitalitas larva

Sebanyak 150 butir sampel telur dari setiap bak pemijahan diambil untuk diamati tingkat pembuahannya, dan diukur diameter telurnya dengan menggunakan mikroskop dan mikrometer. Selain itu, dilakukan pengamatan daya tetas telur dengan mengambil sampel sebanyak 250 butir dari setiap bak, dimasukkan ke dalam toples yang berisi air laut sebanyak 3 L. Toples tersebut dilengkapi aerasi secukupnya dan ditempatkan dalam styrofoam yang diisi air untuk meredam pengaruh fluktuasi suhu ruangan, sehingga proses inkubasi telur dapat berjalan dengan normal. Setelah 24 jam, telur yang menetas menjadi larva dihitung untuk mengetahui tingkat penetasan telur.

Untuk mengetahui vitalitas larva, maka dilakukan uji pemuasaan. Larva yang baru menetas diambil masing-masing sebanyak 100 ekor dari setiap bak, selanjutnya dimasukkan ke dalam toples yang diisi air laut sebanyak 3 L yang dilengkapi aerasi secukupnya. Pengamatan sintasan larva diamati setiap 24 jam, hingga larva mati semua. Sampel larva juga diambil, dikeringkan dalam *fresh dryer* dan dianalisis kandungan energinya menggunakan *bomb calorimeter*.

Tabel 1. Formulasi dan komposisi proksimat pakan uji untuk induk ikan baronang, *Siganus guttatus* (% bahan kering)

Table 1. Formulation and proximate composition of test diets for rabbitfish, *Siganus guttatus* broodstock (% dry matter)

Bahan (Ingredients)	Pakan uji (Test diets)		
	A	B	C
Tepung ikan (Fish meal)	34	34	34
Tepung cumi (Squid meal)	5	5	5
Tepung rebon (Mysid meal)	5	5	5
Tepung kedelai (Soybean meal)	10	10	10
Tepung terigu (Wheat flour)	10.4	10.4	10.4
Dedak halus (Rice bran)	24	9	9
Tepung <i>Gracilaria</i> ( <i>Gracilaria</i> meal)	0	15	0
Tepung ulva ( <i>Ulva</i> meal)	0	0	15
Minyak ikan (Fish oil)	4	4	4
Minyak kedelai (Soybean oil)	2	2	2
Lecitine	2	2	2
Viitamin C	0.3	0.3	0.3
Vitamin E	0.003	0.003	0.003
Carophyll pink	0.3	0.3	0.3
Vitamin premix	2	2	2
Mineral premix	1	1	1
Komposisi proksimat (Proximate composition)			
- Protein kasar (Crude protein)	48.9	49.1	47.7
- Lemak (Lipid)	15.3	14.7	14.8
- Serat kasar (Crude fibre)	3.4	5.9	4.4
- Abu (Ash)	11.9	14.5	14.9
- BETN (NFE) <sup>1)</sup>	20.5	15.7	18.2
- Energi total (Gross energy) (MJ/kg) <sup>2)</sup>	19.4	18.4	18.6

Keterangan (Note):

<sup>1)</sup> BETN (Bahan ekstrak tanpa nitrogen) (NFE (nitrogen-free extract))

<sup>2)</sup> Energi total dihitung berdasarkan nilai konversi untuk protein, lemak, dan BETN berturut-turut 23,6; 39,5; dan 17,2 MJ/kg (Gross energy calculation from the determined protein, lipid, and NFE of the diet using conversion coefficient of 23.6; 39.5, and 17.2 MJ/kg, respectively (Deng et al., 2012)

### Penghitungan jumlah produksi larva

Ikan baronang ini memijah sepanjang tahun dan mengikuti siklus lunar dengan jadwal pemijahan yang teratur antara bulan baru dan bulan purnama, serta memijah pada malam hari. Oleh karena itu, pada pemeliharaan induk di bak beton, ketika jadwal pemijahan akan tiba, maka pada sore hari dipasang kolektor telur berupa lima lembaran waring hijau berbingkai dengan ukuran 0,7 m x 0,7 m untuk setiap bak. Pada pagi hari, kolektor telur tersebut dipindahkan ke dalam bak volume 1.000 L untuk ditetaskan telurnya. Telur yang tidak tertangkap oleh kolektor dan menempel pada dinding bak, dibiarkan hingga menetas. Larva yang menetas dalam bak induk dipanen pagi hari berikutnya menggunakan seser

berbahan plankton net dan dipindahkan ke dalam gentong bervolume 100 L yang telah dilengkapi dengan aerasi secukupnya agar penyebaran larva merata. Jumlah larva yang dihasilkan dari setiap bak induk pada setiap periode pemijahan dihitung menggunakan rumus berikut (Lante et al., 2018):

$$L = (Vb : Vs) \times n$$

di mana:

L = jumlah larva (ekor)

Vb = volume air di dalam bak penetasan atau penampungan larva (L)

Vs = volume air sampel dalam beaker glass (mL)

n = jumlah larva sampel yang ada di dalam beaker glass (ekor)

Sampel yang *representative* dari bahan dan pakan uji dianalisis kimia seperti analisis proksimat yang meliputi: bahan kering (DM), contoh dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C hingga bobotnya konstan; protein kasar dianalisis dengan metode mikro-Kjeldahl, dan lemak ditentukan secara gravimetrik dengan ekstraksi menggunakan petroleum benzene pada sampel; serat kasar dengan pemanasan yang disertai pencucian asam dan basa secara bergantian, dan abu dengan pembakaran dalam tanur pada suhu 550°C selama 24 jam. Kandungan asam lemak dan asam amino gonad dianalisis berturut-turut dengan menggunakan *gas chromatography* (GC) dan *high-performance liquid chromatography* (HPLC) (Shimadzu 20A, Tokyo, Japan).

Data jumlah fekunditas, diameter oosit, tingkat pembuahan telur, tingkat penetasan telur, jumlah produksi larva, vitalitas larva (daya tahan hidup), panjang larva D-0, dan kandungan energi larva dianalisis ragam, dan jika terdapat perbedaan yang nyata di antara perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji Tukey. Sementara kandungan asam lemak dan asam amino gonad dianalisis secara deskriptif.

## HASIL DAN BAHASAN

Salah satu parameter kunci dalam pengukuran performansi reproduksi ikan adalah kualitas telur. Beberapa indikator kualitas telur ikan baronang yang diberi pakan uji selama penelitian disajikan pada Tabel 2. Pada Tabel 2 terlihat bahwa hewan uji rata-rata memiliki jumlah fekunditas telur antara 863-1.149 butir/g induk, diameter oosit antara 435,7-439,7 µm; diameter telur yang terbuahi antara 576,1-583,0 µm; tingkat pembuahan telur 94,8%-96,1%; dan tingkat penetasan telur 78,6%-84,7%; dan semua parameter tersebut tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) di antara perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa keempat pakan uji yang dicobakan memberikan pengaruh yang relatif sama terhadap kelima parameter reproduksi ikan tersebut. Tingkat fekunditas telur yang didapatkan pada penelitian relatif sama dengan yang didapatkan oleh Lante *et al.* (2016) yaitu 799-1.057 butir/g induk, tetapi lebih rendah daripada yang didapatkan oleh Subandiyono *et al.* (2000) yaitu 2.387-3.204 butir/g induk untuk ikan baronang *Siganus* sp. yang tidak dilaporkan jenis spesiesnya. Sementara diameter telur yang didapat pada penelitian ini relatif sama yang didapatkan oleh Subandiyono *et al.* (2000) yaitu 580-640 µm. Demikian juga Lante *et al.* (2016), mendapatkan diameter telur ikan baronang antara 546-550 µm pada pemeliharaan induk baronang dengan rasio induk betina : jantan berbeda. Hasil kisaran fekunditas dan diameter telur ikan baronang yang relatif sama antara yang didapatkan pada penelitian ini

dengan yang didapatkan oleh Lante *et al.* (2016) disebabkan oleh jenis dan ukuran induk baronang, serta kondisi media pemeliharaan yang digunakan pada kedua penelitian tersebut relatif sama. Demikian juga kualitas pakan yang digunakan pada kedua penelitian tersebut diduga relatif sama. Sementara sistem dan media pemeliharaan induk yang digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Subandiyono *et al.* (2000) relatif berbeda dengan pada penelitian ini.

Tingkat pembuahan dan penetasan telur ikan baronang yang didapatkan pada penelitian ini berturut-turut berkisar 94,8%-96,1% (rata-rata 95,5%) dan 78,6%-84,7% (rata-rata 80,7%). Tingkat pembuahan dan tingkat penetasan telur ikan baronang yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya yaitu berkisar 44,03%-72,16% (rata-rata 57,3%) untuk tingkat penetasan (Lante & Palinggi, 2010). Sementara Subandiyono *et al.* (2000) melaporkan tingkat pembuahan telur *Siganus* sp. sebanyak 92%-96% (rata-rata 93%), dan tingkat penetasan telur sebanyak 53,7%-96,5% (rata-rata 79,0%) untuk *Siganus* sp. pada perlakuan kombinasi penambahan bahan additif astaxanthin, vitamin C, dan vitamin E dalam pakan induk. Hal ini menunjukkan bahwa semua jenis pakan yang diberikan pada penelitian ini dapat menunjang peningkatan reproduksi induk ikan uji. Secara umum tingkat pembuahan telur yang tinggi ini juga menunjukkan bahwa induk jantan yang ada mampu membuahi telur dari induk betina dengan baik. Rasio jantan betina dalam penelitian ini yaitu 1:1 sesuai Lante & Palinggi (2010), namun bila melihat tingkat pembuahan dan penetasan telur yang cukup tinggi ini dan untuk mengefisienkan biaya pemeliharaan, maka tampaknya rasio jantan dan betina masih berpeluang dapat diturunkan hingga rasio jantan : betina 1:2, karena berdasarkan pengamatan induk jantan hampir selalu dapat matang gonad tiap bulan dengan bobot gonad yang cukup tinggi (hingga 22,6 g).

Salah satu indikator kualitas larva adalah ukuran panjang larva. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan panjang rata-rata larva ikan uji seperti disajikan pada Gambar 1. Pada Gambar 1 terlihat bahwa rata-rata panjang larva yang dihasilkan dari induk ikan baronang yang diberi pakan uji tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) di antara perlakuan yaitu 2,20-2,24 mm; namun secara deskriptif induk yang diberi pakan D menghasilkan larva cenderung lebih panjang, disusul berturut-turut yang diberi pakan C, B, dan A. Panjang larva ikan baronang yang didapatkan dalam penelitian ini lebih panjang dibandingkan yang dilaporkan oleh Lante *et al.* (2016) bahwa larva ikan baronang *S. guttatus* yang baru menetas hingga umur satu hari memiliki ukuran panjang 1,70-2,0 mm. Sementara

Tabel 2. Performansi reproduksi berupa fekunditas, diameter telur, tingkat pembuahan, dan tingkat penetasan telur induk ikan baronang yang diberi pakan uji berbeda

Table 2. Reproductive performance in terms of fecundity, egg diameter, fertilization rate, and egg hatching rate of rabbitfish fed with different test diets

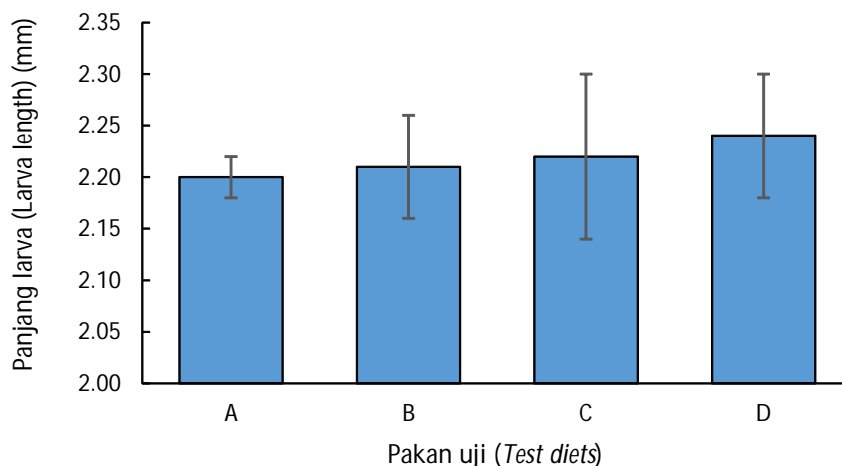
Peubah Variables	Pakan uji (Test diets)			
	A	B	C	D
Fekunditas (butir/g induk) Fecundity (egg/g fish)	1,085 ± 523 <sup>a</sup>	1,062 ± 391 <sup>a</sup>	863 ± 411 <sup>a</sup>	1,149 ± 445 <sup>a</sup>
Diameter oosit Oocyte diameter (µm)	437.2 ± 25.9 <sup>a</sup>	435.7 ± 23.9 <sup>a</sup>	437.0 ± 22.6 <sup>a</sup>	439.7 ± 30.6 <sup>a</sup>
Diameter telur terbuahi Fertilized egg diameters	577.7 ± 18.46 <sup>a</sup>	580.6 ± 15.20 <sup>a</sup>	576.1 ± 15.05 <sup>a</sup>	583.0 ± 16.25 <sup>a</sup>
Tingkat pembuahan telur Egg fertilized rate (%)	95.3 ± 1.6 <sup>a</sup>	96.1 ± 2.1 <sup>a</sup>	95.8 ± 0.6 <sup>a</sup>	94.8 ± 0.5 <sup>a</sup>
Tingkat penetasan telur Hatching rates (%)	78.6 ± 1.7 <sup>a</sup>	79.4 ± 11.0 <sup>a</sup>	80.1 ± 10.9 <sup>a</sup>	84.7 ± 6.4 <sup>a</sup>

Subandiyono *et al.* (2000) melaporkan panjang larva ikan baronang jenis *Siganus* sp. yang didapatkan berkisar antara 2,17-2,58 mm.

Jumlah produksi larva dari setiap bak untuk setiap perlakuan disajikan pada Gambar 2. Secara umum, pada Gambar 2 terlihat bahwa jumlah produksi larva cenderung meningkat mulai dari periode bulan Juni hingga bulan September, kemudian sedikit menurun pada bulan Oktober. Berdasarkan hasil analisis ragam, jumlah produksi larva tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) di antara perlakuan. Namun secara deksriptif, induk ikan baronang yang diberi pakan uji D cenderung memiliki produksi larva tertinggi mulai bulan Juni hingga bulan September, kemudian menurun

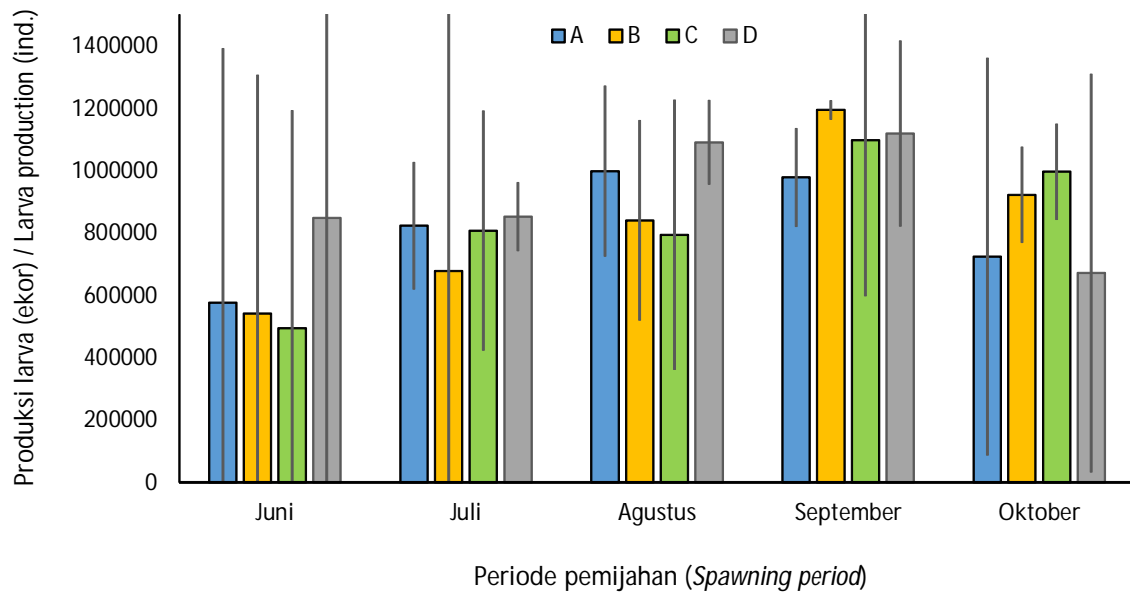
produksi secara drastis pada bulan Oktober karena adanya serangan penyakit pada satu bak induk yang juga menyebabkan 10 ekor induk mengalami kematian.

Salah satu metode yang sering digunakan dalam mengevaluasi kualitas larva adalah dengan metode pemuasaan. Larva yang baru menetas selanjutnya dipelihara dalam media optimum dan dipuaskan hingga beberapa hari (sampai larva mati semua). Semakin tinggi sintasan dan semakin lama larva dapat bertahan dalam masa pemuasaan menunjukkan vitalitas larva yang semakin baik. Sintasan larva ikan baronang yang telah dipuaskan pada penelitian ini disajikan pada Gambar 3. Pada Gambar 3 terlihat bahwa sintasan larva semakin menurun dengan semakin bertambahnya



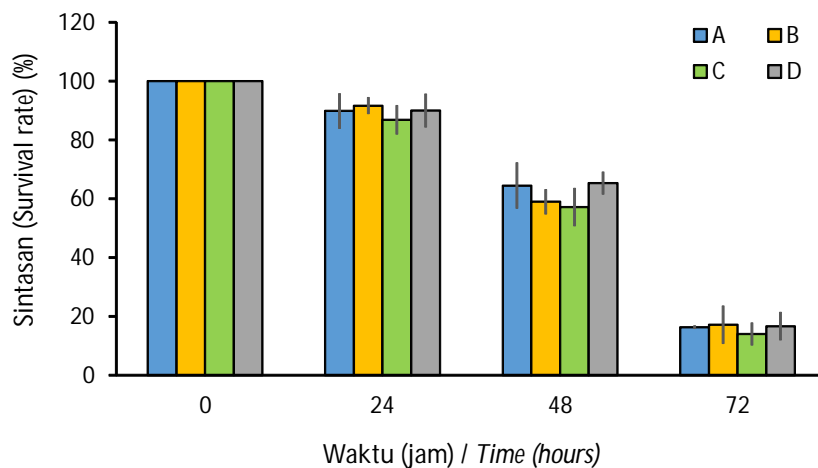
Gambar 1. Panjang larva D-0 dari induk ikan baronang yang diberi pakan uji berbeda.

Figure 1. The length of D-0 larvae from rabbitfish broodstock fed with different test diets.



Gambar 2. Jumlah produksi larva dalam setiap bak dari induk ikan baronang yang diberi pakan uji berbeda.

Figure 2. The larval production in each tank from rabbitfish broodstock fed with different test diets.



Gambar 3. Sintasan larva dari induk ikan baronang yang diberi pakan uji berbeda selama pemuasaan.

Figure 3. Survival rate of rabbitfish larvae produced from the broodstock fed with different test diets and subjected to starvation condition.

periode pemuasaan dan memiliki pola yang relatif sama di antara perlakuan. Pada pemuasaan larva hingga 24 jam (hari-1) didapatkan sintasan larva yang masih cukup tinggi yaitu 86,8%-91,7% dan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) di antara perlakuan. Sintasan larva menurun menjadi 57,2%-65,3% pada jam ke-48 (hari ke-2), dan pada jam ke-72 (hari ke-3) sintasan larva menurun secara drastis menjadi 14,0%-17,2% dan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) di antara perlakuan, selanjutnya larva mati semua pada jam ke-96 (hari ke-4). Hal ini

menunjukkan bahwa vitalitas larva yang dihasilkan dari induk ikan baronang yang diberikan ke-4 pakan uji tersebut relatif sama. Selama pemuasaan, larva memanfaatkan cadangan makanan *endogenous* berupa minyak *globule* dan kuning telur yang dibawa dari induknya (*maternal*). Larva ikan baronang *S. guttatus* akan menyerap kuning telurnya selama 48-72 jam (Bagarinao, 1986; Hara *et al.*, 1986) tergantung kondisi lingkungannya.

Tabel 3. Kandungan asam lemak jenuh, asam lemak tidak jenuh, dan asam lemak essensial (% lemak) dalam gonad induk ikan baronang yang diberi pakan uji berbeda

Table 3. Saturated fatty acid, unsaturated fatty acids, and essential fatty acids contents (% lipid) in rabbitfish gonads fed with different test diets

Jenis asam lemak Fatty acid kinds	Pakan uji (Test diets)			
	A	B	C	D
n-3	1.5451	1.8194	1.8832	1.4201
n-6	5.3820	6.2125	6.2891	5.4861
n-9	5.2532	6.1858	6.3407	5.5549
Lemak jenuh Saturated fatty acid	4.4488	5.0705	5.9007	4.3207
Lemak tak jenuh Unsaturated fatty acid	12.9982	15.1161	15.5283	13.1925
Lemak tak jenuh tunggal Mono unsaturated fatty acid (MUFA)	5.9077	6.8886	7.1399	6.1186
Lemak tak jenuh ganda Poly unsaturated fatty acid (PUFA)	7.0906	8.2275	8.3884	7.0739
Linoleat Linoleic acid	4.2893	4.9132	5.0224	4.3388
Linolenat Linolenic acid	0.5002	0.6041	0.5805	0.4862
Arachidonat Arachidonic acid (AA)	0.3563	0.4313	0.4384	0.4270
Docosaheksaenoat (DHA)	1.2602	1.4539	1.5255	1.1357
Eicosapentaenoat (EPA)	0.0586	0.0709	0.0678	0.0514

Kandungan asam lemak n-3, n-6, n-9, lemak jenuh, lemak tak jenuh, MUFA, PUFA, linoleat, linolenat, AA, DHA, dan EPA pada gonad ikan baronang yang diberi pakan uji C dan B lebih tinggi daripada gonad ikan baronang yang diberi pakan uji A dan D (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian tepung rumput laut (*Gracilaria* sp. Atau *Ulva* sp.) dalam pakan uji tersebut cenderung meningkatkan kandungan asam lemak dalam gonad. Meskipun ikan yang diberi pakan uji D juga diberi pakan rumput laut segar, namun kandungan asam lemaknya masih lebih rendah dibandingkan jumlah kandungan asam lemak tersebut pada gonad ikan yang diberikan pakan uji C dan B. Mekanisme terjadinya peningkatan kandungan asam lemak pada ikan yang diberi pakan uji B dan C dibandingkan yang diberi pakan uji D belum dipahami dengan jelas dan masih perlu dipelajari.

Hasil analisis kandungan asam amino dalam gonad ikan yang diberi pakan uji disajikan pada Tabel 4. Pada Tabel 4 terlihat bahwa kandungan asam amino, khususnya asam amino esensial dalam gonad dari induk ikan baronang yang diberi pakan uji A dan B cenderung lebih tinggi dibandingkan dalam gonad dari induk yang diberi pakan uji C dan D. Hal ini kemungkinan terkait dengan pakan uji yang diberikan.

Berdasarkan hasil analisis proksimat, pakan uji C sedikit lebih rendah kandungan proteinnya dibandingkan pakan uji A dan B. Tepung *Ulva* sp. yang digunakan mengandung protein yang relatif lebih rendah (8,1%) dibandingkan kandungan protein dari tepung *Gracilaria* sp. (15,6%) pada pakan B, dan tepung dedak halus (11,6%) pada pakan A. Namun demikian yang paling berperan adalah profil asam amino khususnya asam amino esensial dari bahan dan pakan uji. Ikan yang diberi pakan uji D, selain menggunakan pakan uji A juga menggunakan rumput laut segar. Rumput laut segar yang tersedia setiap saat (digantung) dalam media budidaya cenderung dikonsumsi lebih banyak sehingga proporsi pakan *pellet* A menjadi berkurang. Rumput laut *Gracilaria* sp. segar dengan kandungan air dan serat terlarut yang tinggi menyebabkan laju cerna dan waktu lapar ikan menjadi lambat sehingga jumlah konsumsi pakan harian dapat lebih rendah dibandingkan konsumsi pakan harian pada ikan yang diberi pakan uji A, B, dan C. Jumlah pakan harian termasuk kandungan total protein yang lebih rendah dikonsumsi oleh induk yang diberi pakan uji D dapat menyebabkan kandungan asam amino dalam gonadnya juga lebih rendah dibandingkan pada ikan yang diberi pakan uji lainnya.



Tabel 4. Kandungan asam amino (% bahan kering) dalam gonad induk baronang yang diberi pakan uji berbeda

Table 4. Amino acid content (% dry matter) in gonads of rabbitfish broodstock fed with different test diets

Jenis asam amino ( <i>Amino acid kinds</i> )	Pakan uji ( <i>Test diets</i> )			
	A	B	C	D
<i>Non-esensial (Non-essential)</i>				
Alanine	3.41	3.64	3.43	3.12
Aspartate	4	4.76	4.35	3.74
Glisine	2.17	2.05	1.94	1.86
Glutamate	6.16	7.21	6.61	5.77
Proline	3.33	3.23	3.03	2.91
Serine	3.41	3.21	3.05	2.93
Sistine	0.23	0.21	0.17	0.19
Tirosine	2.46	2.16	1.92	1.99
<i>Esensial (Essential)</i>				
Arginine	3.7	3.35	3.17	3.13
Fenilalanine	2.82	2.6	2.47	2.39
Histidine	1.29	1.18	1.15	1.08
Isoleusine	2.86	2.77	2.62	2.5
Leusine	4.68	4.59	4.35	4.12
Lisine	3.72	4.1	3.95	3.51
Metionine	1.28	1.14	0.79	0.98
Threonine	2.56	2.43	2.32	2.19
Valine	3.26	3.2	2.92	2.78
<b>Jumlah (Total) (%)</b>	<b>51.36</b>	<b>51.84</b>	<b>48.26</b>	<b>45.18</b>

Hasil analisis kandungan energi larva D-0 dari induk ikan baronang yang diberi pakan uji berbeda disajikan pada Tabel 5. Pada Tabel 5 terlihat bahwa kandungan energi dari larva D-0 tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) di antara perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas larva relatif sama dari keempat induk yang diberi pakan uji berbeda.

Perkembangan gonad, jumlah fekunditas, kualitas telur, dan larva yang dihasilkan oleh induk ikan sangat dipengaruhi oleh kualitas pakan. Beberapa komponen nutrisi yang dikandung rumput laut *Gracilaria* sp., dan berperan penting dalam proses reproduksi ikan adalah protein, asam lemak esensial (EPA dan DHA), vitamin C, vitamin E, vitamin A, carotenoid (astaxanthin), chlorofil a dan b, fosfolipid, dan mineral (Mg, Fe, Cu, Zn) (Rosemary *et al.*, 2019). Demikian juga, rumput laut *Ulva* sp. mengandung komponen nutrisi yang sangat penting dalam proses reproduksi hewan

akuatik seperti protein, asam lemak esensial, chlorophyll a dan b, carotenoid, vitamin A, B, C, antioksidan, anti mikroba, anti virus, anti bakteri, anti koagulan, dan anti mutagen, yang juga penting dalam sistem imune ikan (Vazquez-Rodríguez & Amaya-Guerra, 2016). Okab *et al.* (2013) melaporkan bahwa suplementasi rumput laut *Ulva lactuca* sebanyak 2% dalam pakan *pellet* meningkatkan performansi reproduksi khususnya kualitas sperma kelinci, karena *Ulva* sp. ini mengandung vitamin A, vitamin E, selenium, seng, dan fenol yang dapat meningkatkan kualitas semen melalui pemeliharaan selaput akrosom kepala sperma dan peningkatan motilitas sperma. *Ulva* juga digunakan sebagai makanan segar yang penting dalam budidaya udang *Litopenaeus vannamei* dan *Farfantepenaeus californiensis* yang dipelihara secara bersama dengan *Ulva* tersebut (Pena-Rodríguez *et al.* (2017); Lamore *et al.* (2018). Ekstrak protein dari alga

Tabel 5. Kandungan energi (kalori/g) larva dari induk ikan baronang yang diberi pakan uji berbeda

Table 5. Gross energy (calori/g) of rabbitfish larvae from broodstock fed with different test diets

Peubah ( <i>Variables</i> )	Pakan Uji / <i>Test diets</i>			
	A	B	C	D
Energi ( <i>Energy</i> )	5648 ± 8 <sup>a</sup>	5662 ± 16 <sup>a</sup>	5620 ± 31 <sup>a</sup>	5650 ± 14 <sup>a</sup>

laut *Gracilaria* dan *Ulva* memiliki nilai pencernaan yang tinggi (Kasir *et al.*, 2019).

Meskipun rumput laut baik *Gracilaria* sp. maupun *Ulva* sp. memiliki beberapa kandungan nutrisi makro dan mikro spesifik yang cukup penting bagi reproduksi ikan tersebut, namun penggunaan rumput laut tersebut dalam pakan uji ini tampaknya tidak memberikan efek signifikan terhadap parameter respons reproduksi ikan uji dibandingkan dengan pakan uji yang tidak menggunakan tepung rumput laut. Hal ini kemungkinan disebabkan formulasi pakan yang digunakan terdiri atas berbagai macam bahan sehingga kandungan nutrisi gabungan (baik makro maupun mikro) dari berbagai bahan pakan yang digunakan pada ke-4 pakan uji tersebut mampu memberikan kecukupan nutrisi yang dibutuhkan oleh induk ikan baronang khususnya *S. guttatus* untuk bereproduksi dengan baik.

Pada hasil penelitian yang dilaporkan oleh Lante *et al.* (2016) induk ikan baronang diberikan pakan buatan yang memiliki kadar protein sekitar 46% dan lemak 20% dengan kandungan tepung hati cumi sebanyak 13% dan tepung rebon sebanyak 8%, selain pemberian rumput laut segar. Sementara pada penelitian yang dilakukan Subandiyono (2000), induk ikan baronang diberi pakan dengan kandungan protein 46,0%; lemak 21,28%; *digestible* energi 414,0-414,3 kkal/100 g; rasio protein/energi 9,0 dengan komponen utama dalam pakan berupa tepung cumi sebanyak 31,6%; tepung kedelai 26%; tepung udang 10%; dan *brewer's yeast* 3%; yang tentunya kedua pakan yang digunakan dalam penelitian tersebut memiliki harga yang lebih tinggi daripada harga pakan yang digunakan dalam penelitian ini.

## KESIMPULAN

Hasil riset ini menunjukkan bahwa performansi reproduksi induk ikan baronang relatif sama baik yang diberi pakan mengandung tepung rumput laut *Gracilaria* sp. dan *Ulva* sp. sebanyak 15% dalam pakan, dan *Gracilaria* sp. segar maupun dengan pemberian pakan tanpa mengandung rumput laut. Performansi reproduksi induk baronang yang dihasilkan berupa pemijahan tiap bulan, fekunditas telur, diameter telur, tingkat pembuahan telur, tingkat penetasan telur, panjang larva D-0, dan kandungan energi larva D-0 cukup baik. Keempat pakan tersebut dapat diaplikasikan dalam pematangan gonad dan pemijahan induk ikan baronang untuk produksi larva secara massal.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Saudara Ramadhan, Umar, Tamsil, Rosni, Dian Wahyuni Basri,

Muh. Saleh, dan Jalaluddin atas segala bantuannya dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini baik di laboratorium maupun di lapangan.

## DAFTAR ACUAN

- Abudabos, A.M., Okab, A.B., Aljumaah, R.S., Samara, E.M., Abdoun, K.A., & Al-Haidary, A.A. (2013). Nutritional value of green seaweed (*Ulva lactuca*) for broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, 12(2), 177-181.
- Bagarinao, T. (1986). Yolk resorption, onset of feeding and survival potential of larvae of three tropical marine fish species reared in the hatchery. *Mar. Biol.*, 91, 449-459.
- Benjama, O. & Masniyom, P. (2012). Biochemical composition and physicochemical properties of two red seaweeds (*Gracilaria fisheri* and *G. tenuistipitata*) from the Pattani Bay in Southern Thailand. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 34(2), 223-230.
- Cuesta-Gomez, D.M. & Sanchez-Saavedra, M.P. (2014). Increased gonad growth of the purple sea Urchin (*Strongylocentrotus purpuratus*) fed the giant kelp (*Macrocystis pyrifera*) and the sea lettuce (*Ulva lacuta*) enriched with nutrients. *Aquaculture Research*, 45, 2150-2163.
- Cyrus, M.D, Bolton, J.J., Wet, L.D., & Macey, B.M. (2014). The development of a formulated feed containing *Ulva* (Chlorophyta) to promote rapid growth and enhanced production of high quality roe in the sea urchin, *Tripneustes gratilla* (Linnaeus). *Aquaculture Research*, 45, 159-17.
- Cyrus, M.D., Bolton, J.J., & Macey, B.M. (2015<sup>a</sup>). The role of the green seaweed *Ulva* as a dietary supplement for full life-cycle grow-out of *Tripneustes gratilla*. *Aquaculture*, 446, 148-155.
- Cyrus, M.D., Bolton, J.J., Scholtz, ..., & Macey, B.M. (2015<sup>b</sup>). The advantages of *Ulva* (Chlorophyta) as an additive in sea urchin formulated feed: Effects on palatability, consumption and digestibility. *Aquaculture Nutrition*, 21, 578-591.
- Damayanti, D., Yusup, D.S., & Rusdi, I. (2018). Pengaruh pemberian pakan beberapa alga makro (*Ulva* sp., *Gracilaria* sp., *Halymenia* sp.) terhadap pertumbuhan abalon, *Haliotis squamata*. *Jurnal Metamorfosa*, V(2), 189-197.
- Deng, J., Bi, B., An, Q., Kong, L., Wang, Q., Tao, L., & Zhang, X. (2012). Effect of dietary inclusion lysozyme on growth performance and plasma biochemical parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*, 18, 332-339.

- Dominguez, H. & Loret, E.P. (2019). Review: *Ulva lactuca*, asource of troubles and potential riches. *Mar. Drugs*, 17(6), 357; <https://doi.org/10.3390/md17060357>.
- Duray, M.N., Kohno, H., & Pascual, F.P. (1994). The effect of lipid-enriched broodstock diets on spawning and on egg and larval quality of hatchery-bred rabbitfish (*Siganus guttatus*). *The Philippines Scientist*, 31, 42-57.
- Francavilla, M., Franchi, M., Monteleone, M., & Caroppo, C. (2013). The red seaweed *Gracilaria gracilis* as a multi products source. *Mar. Drugs*, 11(10), 3754-3776; <https://doi.org/10.3390/md11103754>.
- Ghaedi, A., Hosseinzadeh, H., & Hashim, R. (2019). Effect of different protein levels on reproductive performance of snakehead murrel *Channa striatus* (Bloch 1793). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18(4), 812-829.
- Hara, S., Kohno, H., & Taki, Y. (1986). Spawning behavior and early life history of *Siganus guttatus* in the laboratory. *Aquaculture*, 59, 273-285.
- Hoey, A.S., Brandl, S.J., & Bellwood, D.R. (2013). Diet and cross-shelf distribution of rabbitfishes (f. Siganidae) on the northern Great Barrier Reef: Implications for ecosystem function. *Coral Reefs*, 32, 973-984.
- Kasir, M., Abuhassira, Y., Robin, A., Nahor, O., Luo, J., Israel, A., Golberd, A., & Livney, Y.D. (2019). Extraction of proteins from two marine macroalgae, *Ulva* sp. and *Gracilaria* sp., for food application, and evaluating digestibility, amino acid composition and antioxidant properties of the protein concentrate. *Food Hydrocolloids*, 87, 194-203.
- Laining, A., Lante, S., & Parenrengi, A. (2015<sup>a</sup>). Gonadosomatic index and profile of fillet fatty acid of rabbitfish broodstock fed carotenoid supplemented diets. In Sudaryono, A. & Mufid, A. (Ed.). *Proceeding of International Conference of Aquaculture Indonesia*. Sustainable Aquaculture for the Future. Masyarakat Akuakultur Indonesia, Jakarta, hlm. 79-84.
- Laining, A., Usman, & Syah, R. (2014). The use of seaworn meal in maturation diet as partial substitution on fresh diet for pond reared tiger shrimp broodstock. *Indonesian Aquaculture Journal*, 9(2), 123-132.
- Laining, A., Usman, & Trismawanti, I. (2015<sup>b</sup>). Fekunditas, profil asam lemak, dan kandungan karotenoid dalam gonad ikan beronang, *Siganus guttatus* yang diberi dua jenis pakan maturasi. Dalam Sugama, K., Kristanto, A.H., Radiarta, I N., Lusastuti, A.M., Kusdiarti, Priono, B., Insan, I., Dewi, R.R.S.P.S., & Gardenia, L (Eds.). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2015*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Jakarta, hlm. 295-302.
- Lante, S. & Palinggi, N.N. (2010). Pematangan gonad dan pemijahan induk beronang (*Siganus guttatus*) dengan rasio jantan dan betina yang berbeda. Dalam Sudradjat, A., Rachmansyah, Hanafi, A., Azwar, Z.I., Imron, Kristanto, A.H., Chumaidi, & Insan, I. (Eds.). *Buku 1. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya, Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Jakarta, hlm. 205-210.
- Lante, S., Usman, Palinggi, N.N., & Santiadinata, W. (2016). Petunjuk teknis pembenihan ikan beronang, *Siganus guttatus*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta: AMAFRad Press, 30 hlm.
- Lante, S., Tenriulo, A., & Parenrengi, A. (2018). Performa reproduksi udang windu, *Penaeus monodon* transgenik pasca inseminasi buatan menggunakan sumber spermatofor yang berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(1), 11-20.
- Laramore, S., Baptiste, R., Wills, P.S., & Hanisak, M.D. (2018). Utilization of IMTA-produced *Ulva lactuca* to supplement or partially replace pelleted diets in shrimp (*Litopenaeus vannamei*) reared in a clear water production system. *Journal of Applied Phycology*, 30, 3603-3610.
- Latuconsina, H., Affandi, R., Kamal, M.M., & Butet, N.B. (2020). Distribusi spasial ikan baronang, *Siganus canaliculatus* Park, 1797 pada habitat padang lamun berbeda di Teluk Ambon Dalam. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(1), 89-106.
- Linh, N.Q., Ngoc, T.N., Huyen, K.T., Giang, N.T., & Hue, N.V. (2015). Nutritional characteristics and feeding of rabbitfish (*Siganus guttatus*) in Tam Giang-Cau Hai Lagoon Systems. *Journal of Agricultural Science and Technology A and B & Hue University Journal of Science*, 5, 562-570.
- Okab, A.B., Samara, E.M., Abdoun, K.A., Rafay, J., Ondruska, L., Parkanyi, V., Pivko, J., Ayoub, M.A., Al-Haidary, A.A., Aljumaah, R.S., Peter, M., & Lukac, N. (2013). Effects of dietary seaweed (*Ulva lactuca*) supplementation on the reproductive performance of buck and doe rabbits. *Journal of Applied Animal Research*, 41(3), 347-355; <http://dx.doi.org/10.1080/09712119.2013.783479>.

- Paul, V.J., Nelson, S.G., & Sanger, H.R. (1990). Feeding preferences of adult and juvenile rabbitfish, *Siganus argenteus*, in relation to chemical defenses of tropical seaweeds. *Marine Ecology Progress Series*, 60, 23-34.
- Pena-Rodriguez, A., Elizondo-Gonzalez, R., Nieto-Lopez, M.G., Ricque-Marie, D., & Cruz-Suarez, L.E. (2017). Practical diets for the sustainable production of brown shrimp, *Farfantepenaeus californiensis*, juveniles in presence of the green macroalga, *Ulva clathrata*, as natural food. *Journal of Applied Phycology*, 29, 413-421.
- Rosemary, T., Arulkumar, A., Paramasivam, S., Mondragon-Portacarrone, A., & Miranda, J.M. (2019). Biochemical, micronutrient and physico-chemical properties of the dried red seaweeds, *Gracilaria edulis* and *Gracilaria corticata*. *Molecules*, 24(12), 2225; <https://doi.org/10.3390/molecules24122225>.
- Subandiyono, Kokarkin, C., Hastuti, S., Prastowo, B.W., & Latief, S. (1999). Paket teknologi formulasi pakan induk ikan beronang (*Siganus* sp.) guna meningkatkan kualitas larva. Laporan Penelitian Hibah Bersaing VII/2 Perguruan Tinggi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, 81 hlm.
- Subandiyono, Kokarkin, C., & Hastuti, S. (2000). Paket teknologi formulasi pakan induk ikan beronang (*Siganus* sp.) guna meningkatkan kualitas telur. Laporan Penelitian Hibah Bersaing VI/3 Perguruan Tinggi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, 102 hlm.
- Subramanian, G., Nagaraj, A., Sasikala, J., Ravi, P., & Sona, P. (2020). Nutrient content of red algal species of a genus *Gracilaria* from the coastal areas of rameswaram, Tamil Nadu, India. *The International Journal of Analytical and Experimental Modal Analysis*, XII(5), 1721-1727.
- Usman, Kamaruddin, & Laining, A. (2015). Performansi pertumbuhan ikan beronang, *Siganus guttatus*, yang diberi pakan hasil fermentasi. Dalam Suyasa, I N., Daging, I.K., Sipahutar, Y.H., Sudradjat, A., Hadi, W., Masengi, S., Nainggolan, C., & Suharyanto. (Eds). *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia 2015*. Jilid 2: Budidaya perikanan. Sekolah Tinggi Perikanan, Jakarta, hlm. B1.11-B.1.19.
- Usman, Saade, E., Sulaeman, H.A, Jannah, N.M., & Kamaruddin. (2020<sup>a</sup>). The effects of seaweed, *Sargassum* sp. meal dosages in the artificial diet on growth, feed intake, feed efficiency, protein efficiency ratio, and nutritional body composition of rabbitfish, *Siganus guttatus*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 564, IOP Publishing. DOI: 10.1088/1755-1315/564/1/012049.
- Usman, Kamaruddin, & Laining, A. (2020<sup>b</sup>). Utilization of a commercial probiotic, effective microorganisms, in diet fermentation for rabbitfish grow-out. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 564, IOP Publishing. DOI: 10.1088/1755-1315/564/1/012051.
- Vazquez-Rodríguez & Amaya-Guerra. (2016). *Ulva* genus as alternative crop: Nutritional and functional properties. In Konvalina, P. (Ed.). *Alternative Crops and Cropping Systems*. eBook, Publisher In Tech. p. 26-44. DOI: 10.5772/62787.
- You, C., Zeng, F., Wang, S., & Li, Y. (2014). Preference of the herbivorous marine teleost *Siganus canaliculatus* for different macroalgae. *Journal of Ocean University of China*, 13, 516-522.