



Pengaruh Penggunaan Pakan Buatan Berbahan Baku Tepung Makroalga Hijau *Ulva* sp. terhadap Pertumbuhan Abalon *Haliotis squamata*

Asep Ridwanudin^{1*}, Dien Arista Anggorowati², Arsyad Sujangka³, Balkam F. Badi², Nurhalis Tarmin², & Abdul Wahab²

¹Pusat Riset Zoologi Terapan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Jl. Raya Jakarta-Bogor KM. 46, Cibinong, Bogor, Jawa Barat

²Pusat Riset Bioindustri Laut dan Darat, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Jl. Raya Senggigi, Teluk Kodek, Malaka, Pemenang, Kabupaten Lombok Utara

³Pusat Riset Perikanan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Jl. Raya Jakarta-Bogor KM. 46, Cibinong, Bogor, Jawa Barat

E-mail: ase_rid@yahoo.com

Submitted 11 February 2022. Reviewed 20 April 2022. Accepted 21 July 2022.

DOI: [10.14203/oldi.2022.v7i2.400](https://doi.org/10.14203/oldi.2022.v7i2.400)

Abstrak

Abalon merupakan salah satu sumberdaya laut yang memiliki potensi untuk dibudidayakan di Indonesia karena merupakan salah satu biota yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Keberhasilan budidaya abalon salah satunya ditentukan oleh ketersediaan pakan termasuk ketersediaan pakan formula. Pemanfaatan tepung *Ulva* sp. sebagai bahan campuran pada formulasi pakan abalon memiliki peluang untuk dikembangkan guna mendukung keberhasilan budidaya abalon. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan tepung *Ulva* sp. dari sumber produksi yang berbeda sebagai bahan campuran pakan terhadap pertumbuhan anakan abalon *Haliotis squamata*. Tepung *Ulva* sp. yang digunakan terdiri atas tepung berbahan dasar *Ulva* sp. yang berasal dari alam serta diperoleh dari hasil kegiatan budidaya. Pakan kontrol pada penelitian ini adalah pakan formula yang biasa digunakan oleh petani lokal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat akhir, penambahan berat tubuh, laju pertumbuhan spesifik, panjang cangkang akhir, serta penambahan panjang cangkang abalon yang diberi pakan dengan bahan tepung *Ulva* sp. yang diperoleh dari alam maupun hasil budidaya secara signifikan ($p < 0,05$) lebih tinggi daripada abalon yang diberi pakan kontrol. Selain itu, pemberian pakan dengan menggunakan bahan tepung *Ulva* sp. alam maupun hasil budidaya juga secara signifikan ($p < 0,05$) dapat menurunkan kandungan abu pada daging abalon. Oleh karena itu, tepung *Ulva* sp. baik dari alam maupun hasil budidaya dapat digunakan sebagai bahan campuran dalam pakan formula untuk mendukung kegiatan abalon *Haliotis squamata* di Indonesia.

Kata Kunci: abalon, budidaya, hasil alam, rumput laut, tepung.

Abstract

Effect of green macroalgae *Ulva* sp. meal inclusion in the formulated diet on the growth of abalone *Haliotis squamata*. Abalone is one of marine resources that has a potency to be cultured in Indonesia due to its high economic value. To promote the success of abalone culture, utilization of formulated diet is recommended. Moreover, *Ulva* sp. meal has potential to be used as a feed ingredient in formulated diet of

abalone. Thus, this study aims to investigate the effect of different *Ulva* sp. meal on the growth of abalone *Haliotis squamata*. The *Ulva* sp. meal used in the study were wild and farmed origins, respectively. Commercial formulated feed which commonly used by local was also used in this study as a control diet. The results showed that final weight, weight gain, specific growth rate, final shell length, and shell length gain of abalone fed diets containing either wild or farmed *Ulva* sp. meal were significantly higher ($p < 0,05$) than comparison diet. Moreover, addition of wild and farmed *Ulva* sp. meal into formulated diet also significantly ($p < 0,05$) decreased ash content in the abalone muscle. Therefore, *Ulva* sp. meal from wild and farmed could be used as a feed ingredient in the formulated diet of abalone to promote successful abalone *Haliotis squamata* culture in Indonesia.

Keywords: abalone, seaweed, wild, farmed, meal.

Pendahuluan

Abalon merupakan salah satu komoditas hasil perikanan Indonesia yang memiliki nilai ekonomis penting. Pada tahun 2020, Indonesia telah mengekspor abalon sebanyak 262.362 kg dengan nilai 4,8 juta USD (KKP, 2021). Produksi abalon di Indonesia sebagian besar merupakan hasil kegiatan penangkapan dari alam (Taridala et al., 2021). Secara global, total produksi abalon pada tahun 2017 mencapai 174.162 ton atau meningkat 34,7% dari total produksi abalon pada tahun 2015. Nilai produksi abalon ini berasal dari sektor abalon hasil tangkapan dari alam maupun hasil kegiatan budidaya (Cock, 2019). Negara penghasil abalon terbesar dari sektor budidaya adalah Cina dan Korea Selatan, sedangkan Afrika Selatan, Australia, Selandia Baru, dan negara bagian California merupakan negara-negara yang masih mengandalkan abalon dari hasil tangkapan alam (Cook, 2016). Produksi abalon global dari sektor penangkapan mengalami penurunan setiap tahunnya sebagai akibat dari penangkapan abalon yang berlebih (*overexploitation*), munculnya penyakit, serta rusaknya habitat (*habitat degradation*) abalon (Cook, 2016). Namun, produksi abalon dari sektor budidaya meningkat sangat pesat setiap tahunnya. Peningkatan produksi abalon dari sektor budidaya ini disebabkan adanya peningkatan penguasaan teknik manajemen induk abalon, teknik pemeliharaan larva, serta teknik pemeliharaan abalon di laut (Wu and Zhang, 2016). Jika ditinjau dari target pasarnya, Cina dan Jepang merupakan negara dengan tingkat konsumsi abalon yang tinggi, diikuti oleh Taiwan dan Amerika Serikat (Brown et al., 2008). Abalon biasanya dipasarkan dalam bentuk produk berupa abalon segar, kaleng, kering maupun beku (Brown et al., 2008).

Secara taksonomi, abalon merupakan golongan gastropoda laut pada filum moluska, kelas gastropoda, sub kelas prosobranchia, ordo

Archaeogastropoda, famili Haliotidae, dan genus *Haliotis* (Bevelander, 1988 dalam Setyono, 2004). Tercatat lebih kurang 56 spesies abalon yang tersebar di seluruh dunia (Roodt-Wilding, 2007). Namun demikian, hanya tujuh spesies abalon yang ditemukan di Indonesia, salah satunya adalah jenis abalon *Haliotis squamata* (Dharma, 1988 dalam Setyono, 2004). Abalon termasuk hewan herbivora atau pemakan tumbuh-tumbuhan, dengan sumber utama makanan abalon diperoleh dari makroalga atau rumput laut (Bautista-Teruel et al., 2016). Menurut Yusup et al. (2020), abalon *H. squamata* menyukai rumput laut jenis *Ulva lactuca*, *Enteromorpha* sp., *Gracilaria* sp., *Eucheuma spinosum*, dan *Hypnea* sp. Namun, penggunaan pakan segar tersebut pada industri budidaya abalon memiliki beberapa kekurangan, diantaranya adalah ketersediaan di alam yang tidak menentu serta kandungan nutrisi yang bervariasi (Bautista-Teruel et al., 2016). Oleh karena itu diperlukan penggunaan pakan formula untuk mendukung kegiatan budidaya abalon tersebut.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji pemanfaatan tepung makroalga atau rumput laut khususnya penggunaan tepung rumput laut dari makroalga hijau jenis *Ulva* sp. sebagai bahan tambahan atau campuran pada pakan abalon. Bansemmer et al. (2016) mengkaji pengaruh penambahan tepung rumput laut jenis *Ulva* sp. dan *Gracilaria cliftonii* sebagai bahan campuran pada pakan abalon *H. laevigata*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penggunaan tepung *G. cliftonii* sebesar 10% serta tepung *Ulva* sp. 5% diketahui mampu meningkatkan pertumbuhan abalon *H. laevigata*. Santizo-Ta'an et al. (2020) juga melaporkan bahwa tepung rumput laut *Ulva pertusa* yang telah diproses dengan menggunakan ammonium klorida (NH_4Cl) untuk meningkatkan kandungan protein pada *Ulva*, dapat digunakan sebagai bahan tambahan pada pakan abalon *H. asinina*. Lebih lanjut, kombinasi

antara tepung *Ulva* sp. dengan tepung rumput laut jenis lainnya seperti *Laminaria digitata* dan *Palmaria palmata* menunjukkan hasil yang lebih efektif dalam meningkatkan pertumbuhan abalon *H. discus hannai* jika dibandingkan dengan penggunaan satu jenis tepung rumput laut pada formulasi pakan abalon (O'Mahoney et al., 2014). Hal yang sama juga dilaporkan oleh Giri et al. (2015) yang menjelaskan bahwa penggunaan bahan campuran antara tepung *Ulva* sp. sebanyak 18% dengan tepung *Gracilaria* sp. sebanyak 31,25% mampu memberikan pertumbuhan abalon *H. squamata* yang terbaik jika dibandingkan dengan menggunakan campuran tepung rumput laut jenis lainnya. Tepung rumput laut dari jenis *Ulva lactuca* dan *U. prolifera* juga mampu menggantikan tepung rumput laut jenis *Saccharina japonica* pada pakan abalon *H. discus hannai* dan penggunaan tepung rumput laut *Ulva* sp. tersebut selain memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan, juga dapat memberikan efek positif terhadap status antioksidan abalon dengan meningkatkan beberapa parameter antioksidan di dalam tubuh abalon, seperti aktivitas enzim katalase, superoxide dismutase (SOD), serta aktivitas malonaldehyde (MDA) (Sun et al., 2021).

Ulva sp. atau sering disebut selada laut merupakan salah satu jenis rumput laut dari golongan rumput laut hijau atau Chlorophyta, dengan variasi mencapai 130 jenis *Ulva* yang tersebar diseluruh dunia (Mantri et al., 2020). *Ulva* sp. mengandung beberapa senyawa bioaktif yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk obat, kosmetik maupun pangan (Dominguez and Loret, 2019; Mo'o et al., 2020). Selain itu, *Ulva* sp. juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar (*biofuel*) dan sebagai bahan campuran pada formulasi pakan (Dominguez and Loret, 2019; Morais et al., 2020).

Rumput laut *Ulva* sp. banyak ditemukan di perairan Indonesia, termasuk di perairan Lombok, Nusa Tenggara Barat. *Ulva* sp. ini biasanya ditemukan tumbuh mengapung disepanjang pantai yang kaya akan nutrien (Morais et al., 2020). Kandungan protein serta biomasa yang tinggi pada *Ulva* sp. sangat potensial untuk digunakan sebagai bahan campuran pada pakan khususnya sebagai bahan campuran pakan untuk abalon *H.*

squamata. Selain itu, pemanfaatan *Ulva* sp. hasil kegiatan budidaya sebagai bahan campuran pada pakan abalon juga dapat digunakan sebagai alternatif untuk menggantikan penggunaan *Ulva* ketika ketersediaan *Ulva* spp. di alam tidak mencukupi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan tepung *Ulva* sp. yang berasal dari hasil koleksi dari alam serta tepung *Ulva* sp. hasil kegiatan budidaya sebagai bahan campuran pada pakan terhadap pertumbuhan abalon *H. squamata*.

Metodologi

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Budidaya, Balai Bio Industri Laut - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang berlokasi di Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara, Nusa Tenggara Barat mulai tanggal 5 Juli 2021 sampai dengan 13 September 2021. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan pemberian pakan yang berbeda terhadap anakan abalon, yaitu pakan berbahan tepung *Ulva* sp. hasil koleksi dari alam, pakan berbahan tepung *Ulva* sp. hasil kegiatan budidaya, serta pakan buatan berbahan baku tepung *Ulva* yang diperoleh dari petani lokal. Masing-masing perlakuan pakan dilakukan tiga kali ulangan.

Ulva sp. alam yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari perairan Sekotong, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat, sedangkan *Ulva* sp. budidaya merupakan hasil budidaya di Laboratorium Budidaya, Balai Bio Industri Laut – LIPI. *Ulva* sp. baik yang diperoleh dari alam maupun hasil budidaya dicuci dengan menggunakan air tawar mengalir untuk menghilangkan kotoran berupa pasir maupun kotoran yang menempel lainnya. *Ulva* sp. bersih dikeringkan di bawah sinar matahari, untuk selanjutnya dilakukan proses penepungan menggunakan mesin penggiling sampai terbentuk tepung *Ulva* sp. Tepung tersebut kemudian disimpan di tempat kering sampai digunakan dalam proses pembuatan formulasi pakan. Kandungan proksimat tepung *Ulva* sp. alam maupun budidaya tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan proksimat (g 100g⁻¹ berat kering) rumput laut *Ulva* sp.
Table 1. Proximate composition (g 100g⁻¹ dry weight) of seaweed *Ulva* sp.

Component	Wild	Farmed
Dry matter	89,73	88,89
Crude protein	7,26	25,34
Crude lipid	0,09	0,43
Ash	14,28	13,56

Tepung *Ulva* sp. yang diperoleh baik alam maupun hasil budidaya ditambahkan ke dalam formulasi pakan masing-masing sebanyak 23%. Selain itu, untuk memenuhi asupan protein bagi biota uji, maka bahan baku sumber protein lainnya baik yang berasal dari hewani maupun nabati seperti tepung ikan, tepung bungkil kedelai serta tepung jagung juga ditambahkan kedalam formula pakan. Minyak hati ikan kod serta minyak kedelai

ditambahkan kedalam formula pakan sebagai sumber lemak bagi biota uji. Tepung terigu digunakan sebagai sumber karbohidrat. Adapun sodium alginat dan *carboxymethyl cellulose* (CMC) digunakan sebagai perekat atau *binder* pakan. Formulasi pakan pada penelitian ini tersaji pada Tabel 2, sedangkan kandungan proksimat pakan uji tersaji pada Tabel 3.

Tabel 2. Formulasi pakan (g 100g⁻¹) abalon *Haliotis squamata*.
Table 2. Diet formulation (g 100g⁻¹) of abalone *Haliotis squamata*.

Ingredients (Dry basis)	Wild	Farmed
Fish meal	18	18
Soybean meal	12	12
Corn meal	7.5	7.5
<i>Ulva</i> sp. meal wild	23	-
<i>Ulva</i> sp. meal cultured	-	23
Sodium alginate	7	7
Wheat flour	20	20
Cod liver oil	1.5	1.5
Soybean oil	1.5	1.5
Vitamin mixture ¹	3	3
Mineral mixture ²	4	4
α -cellulose	1	1
Carboxymethyl cellulose	1.5	1.5

¹Vitamin mixture composition (unit kg⁻¹): vitamin A, 60,000,000 IU; vitamin D3, 12,000,000 IU; vitamin E, 75,000 mg; vitamin K3, 10,000 mg; thiamine, 10,000 mg; riboflavin, 30,000 mg; pyridoxine, 20,000 mg; cyanocobalamin, 100 mg; biotin, 100 mg; nicotinic acid, 5,000 mg; pantothenic acid, 54,000 mg; folic acid, 5,000 mg.

²Mineral mixture composition (g 100g⁻¹): NaCl, 1; MgSO₄·7H₂O, 15; NaH₂PO₄·2H₂O, 25; KH₂PO₄, 32; dicalcium fosfat, 20; FeCl₃, 2.5; ZnSO₄·7H₂O, 0.4; Ca-lactate, 3.85; CuCl, 0.03; AlCl₃·6H₂O, 0.01; MnSO₄·H₂O, 0.2; CoCl₂·6H₂O, 0.01.

Sebelum dilakukan proses pembuatan pakan, seluruh bahan baku dalam bentuk kering terlebih dahulu dihaluskan dengan menggunakan mesin penepung. Bahan baku tersebut kemudian dicampurkan secara merata untuk kemudian ditambahkan minyak hati ikan kod dan minyak kedelai. Setelah tercampur, adonan kemudian ditambahkan *aquadest* sebanyak 60%. Adonan yang sudah homogen kemudian dibentuk menjadi lembaran tipis dengan ketebalan ± 2 mm untuk

kemudian dicetak menjadi pelet berbentuk *flake* dengan ukuran 10x10 mm. Pelet yang terbentuk kemudian dikukus selama ± 3 menit agar pelet menjadi lebih kompak. Pelet kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C. Pelet yang dihasilkan kemudian disimpan dalam lemari pendingin pada suhu 4°C sampai saat digunakan.

Anakan abalon *H. squamata* yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari Balai

Perikanan Budidaya Laut Lombok, Kementerian Perikanan dan Kelautan yang berlokasi di Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. Sebelum digunakan dalam kegiatan penelitian, anakan abalon *H. squamata* diaklimatisasi terlebih dahulu untuk proses adaptasi terhadap lingkungan penelitian. Selama proses aklimatisasi, anakan abalon *H. squamata* diberi pakan berupa rumput laut segar jenis *Gracilaria* sp. secara *ad-libitum*. Kemudian, sebanyak 180 ekor anakan abalon *H. squamata* dengan rata-rata berat sebesar $4,44 \pm 0,04$ gram dengan rata-rata panjang cangkang sebesar $31,29 \pm 0,20$ mm ditebar ke dalam 9 wadah percobaan, dengan kepadatan anakan abalon *H. squamata* untuk setiap wadah percobaan adalah sebanyak 20 ekor.

Anakan abalon *H. squamata* diberi pakan berupa pakan uji sebanyak 1-1,5% dari total biomassa. Pemberian pakan uji terhadap anakan abalon *H. squamata* dilakukan selama 12 minggu masa pemeliharaan. Pakan uji diberikan satu kali setiap harinya yaitu pada sore hari, dan dilakukan selama enam hari dalam satu minggu. Sisa pakan dan feses pada wadah percobaan dibersihkan setiap hari dengan cara disipon.

Wadah percobaan yang digunakan pada kegiatan penelitian ini adalah keranjang plastik dengan dimensi 400 x 310 x 220 mm (Panjang x lebar x tinggi). Wadah percobaan kemudian dilapisi waring pada bagian dasarnya untuk mencegah pakan terjatuh kedalam bak percobaan. Setiap wadah percobaan dilengkapi dengan pipa berbentuk setengah lingkaran yang berfungsi sebagai *shelter* bagi abalon *H. squamata*. Seluruh wadah percobaan ditempatkan dalam bak percobaan berukuran 50 x 55 x 300 cm³ (lebar x tinggi x panjang) yang terbuat dari beton. Bak percobaan dilengkapi dengan aerasi untuk menjamin ketersediaan oksigen bagi anakan abalon, serta dilengkapi dengan sistem resirkulasi air laut semi-tertutup dengan kecepatan resirkulasi 60 liter per menit. Air laut ditambahkan kedalam

bak percobaan setiap hari untuk mengganti air laut yang hilang karena proses pembersihan atau sipon, sedangkan penggantian air laut secara menyeluruh (100%) pada bak percobaan dilakukan satu kali setiap minggunya. Suhu dan salinitas air laut dalam bak percobaan dicatat secara periodik, dan diperoleh bahwa rata-rata suhu dan salinitas air laut pada bak percobaan selama masa pemeliharaan adalah masing-masing sebesar $26,8 \pm 0,8$ °C and $32,5 \pm 0,4$ ppt. Untuk mengetahui pertumbuhan biota uji, abalon ditimbang setiap empat minggu sekali selama masa percobaan.

Analisis proksimat yang dilakukan terhadap pakan buatan dan biota uji meliputi kandungan air, kandungan abu, kandungan protein, serta kandungan lemak, secara duplo untuk setiap parameter. Pengujian kandungan air dilakukan dengan menggunakan oven (Memmert UF-55Plus) pada suhu 105°C sampai diperoleh berat konstan; pengujian kandungan abu menggunakan tanur pengabuan (Nabertherm L9/11) pada suhu 560°C selama 8 jam; pengujian kandungan lemak menggunakan larutan chloroform dan methanol (2:1, v/v) yang mengacu pada Folch et al. (1957); serta pengujian kandungan protein dengan menggunakan metode Kjeldahl.

Pada akhir pengamatan, 5 ekor abalon dari setiap wadah pemeliharaan diambil secara acak dan ditimbang berat tubuhnya, untuk kemudian dipisahkan bagian daging dan cangkangnya. Kedua bagian tersebut kemudian ditimbang terpisah untuk mengetahui faktor kondisinya sesuai dengan Ansary et al. (2019). Abalon yang tersisa pada wadah pemeliharaan diambil bagian tubuhnya, dicuci dengan air bersih kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 80°C selama 24 jam. Daging abalon kering dihaluskan dengan menggunakan mortar untuk dilakukan analisis proksimat.

Data pertumbuhan yang diamati dalam kegiatan penelitian ini mengacu pada Ansary et al. (2019), yang meliputi;

- a. Pertambahan berat tubuh (*Weight Gain*)

$$WG (\%) = 100 \times \frac{\text{Berat akhir} - \text{berat awal}}{\text{Berat awal}}$$

- b. Pertambahan panjang cangkang (*Shell Length Gain*)

$$SL (\%) = 100 \times \frac{\text{Panjang akhir cangkang} - \text{Panjang awal cangkang}}{\text{Panjang awal cangkang}}$$

- c. Laju pertumbuhan spesifik (SGR, *Specific Growth Rate*), dan

$$SGR (\%/day) = 100 \times \frac{\ln \text{berat akhir} - \ln \text{berat awal}}{\text{Lama pemeliharaan}}$$

d. Kelangsungan hidup (SR, *Survival Rate*)

$$SR (\%) = 100 \times \frac{\text{Jumlah biota akhir}}{\text{Jumlah biota awal}}$$

Data penambahan berat tubuh, penambahan panjang cangkang, serta laju pertumbuhan harian dianalisis menggunakan sidik ragam satu arah (*one-way ANOVA*), dengan uji

lanjut Tukey pada selang kepercayaan 95% dan nilai $p < 0,05$. Seluruh analisis statistika dilakukan dengan menggunakan program SPSS 20 (IBM® SPSS® Statistics, New York, USA).

Tabel 3. Kandungan proksimat (g 100g⁻¹ berat kering) pakan uji abalon *H. squamata*.

Table 3. Proximate composition (g 100g⁻¹ dry weight) of the experimental diets for abalone *H. squamata*.

Component	Control	Wild	Farmed
Dry matter	93.96	93.06	94.42
Crude protein	14.09	18.65	23.27
Crude lipid	0.57	1.47	2.64
Ash	15.77	17.59	17.52

Hasil

Pertumbuhan abalon *H. squamata* setelah diberi pakan buatan berbahan tepung *Ulva* sp. yang berbeda selama 12 minggu masa

pemeliharaan tersaji pada Tabel 4. Selama masa pengamatan, tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) abalon sangat tinggi (100%), yaitu tidak terjadi kematian abalon selama masa pemeliharaan.

Tabel 4. Pertumbuhan abalon *Haliotis squamata* dengan pemberian pakan uji selama 12 minggu.

Table 4. Growth of abalone *Haliotis squamata* fed the experimental diet for 12 weeks.

Parameter	Control	Wild	Farmed
Initial weight (g)	(4.43 ± 0.07) ^a	(4.44 ± 0.02) ^a	(4.44 ± 0.03) ^a
Final weight (g)	(4.82 ± 0.11) ^a	(6.30 ± 0.10) ^b	(6.19 ± 0.31) ^b
Weight gain (%)	(8.92 ± 4.14) ^a	(41.78 ± 1.71) ^b	(39.32 ± 6.25) ^b
SGR (% day ⁻¹)	(0.11 ± 0.05) ^a	(0.44 ± 0.02) ^b	(0.41 ± 0.06) ^b
Initial shell length (mm)	(31.21 ± 0.17) ^a	(31.21 ± 0.22) ^a	(31.44 ± 0.20) ^a
Final shell length (mm)	(32.90 ± 0.28) ^a	(35.43 ± 0.50) ^b	(35.67 ± 0.40) ^b
Shell length gain (mm)	(1.69 ± 0.26) ^a	(4.19 ± 0.30) ^b	(4.23 ± 0.49) ^b
Survival rate (%)	100 ^a	100 ^a	100 ^a

Values presented as mean ± SD ($n = 3$ tanks/diet).

Different superscript letters in each row are significant difference ($p < 0.05$) by Tukey's test.

SGR, specific growth rate

Hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa berat akhir (*final weight*), penambahan bobot tubuh (*weight gain*), laju pertumbuhan harian (SGR), panjang cangkang akhir (*final shell length*), serta penambahan panjang cangkang (*shell length gain*) pada abalon yang diberi pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam maupun budidaya secara signifikan lebih tinggi ($p < 0,05$) jika dibandingkan dengan pertumbuhan abalon yang diberi pakan kontrol. Berat akhir (*final weight*)

abalon yang diberi pakan menggunakan tepung *Ulva* sp. alam 30% lebih tinggi jika dibandingkan dengan berat akhir abalon yang diberi pakan kontrol. Pertambahan bobot berat abalon yang diberi pakan dengan menggunakan bahan tepung *Ulva* sp. alam juga lima kali lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan bobot berat pada abalon yang diberi pakan kontrol. Hal yang sama juga terlihat pada laju pertumbuhan harian (SGR), dimana SGR abalon yang diberi pakan

dengan bahan tepung *Ulva* sp. alam maupun budidaya empat kali lebih tinggi jika dibandingkan dengan SGR abalon yang diberi pakan kontrol.

Pertumbuhan abalon yang diberi pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$) dengan pertumbuhan abalon yang diberi pakan menggunakan tepung *Ulva* sp. hasil budidaya. Namun, jika dilihat dari kecenderungan data yang dihasilkan, terlihat bahwa berat akhir (*final weight*), penambahan bobot tubuh (*weight gain*), laju pertumbuhan spesifik (SGR), panjang cangkang akhir (*final shell length*) serta penambahan panjang cangkang (*shell length gain*) pada abalon yang diberi pakan dengan menggunakan tepung *Ulva* sp. hasil budidaya sedikit lebih rendah jika dibandingkan dengan

abalon yang diberi pakan dengan bahan tepung *Ulva* sp. yang diambil dari alam.

Hasil analisis terhadap faktor kondisi abalon (Tabel 5) menunjukkan bahwa berat daging abalon (*soft body weight*) dan berat cangkang (*shell weight*) pada abalon yang diberi pakan dengan menggunakan tepung *Ulva* sp. alam maupun budidaya secara signifikan lebih tinggi ($p < 0,05$) jika dibandingkan dengan berat daging dan berat cangkang abalon yang diberi pakan kontrol. Sementara itu, berat daging dan berat cangkang abalon yang diberi pakan dengan bahan tepung *Ulva* sp. alam tidak berbeda secara signifikan ($p > 0,05$) dibandingkan abalon yang diberi pakan dengan bahan tepung *Ulva* sp. hasil budidaya. Rasio berat daging terhadap berat total abalon (*soft body weight/total weight*) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$) diantara perlakuan pakan.

Tabel 5. Faktor kondisi abalon *Haliotis squamata*.

Table 5. Condition factor of abalone *Haliotis squamata*.

Parameter	Control	Wild	Farmed
Soft body weight (g)	(3.35 ± 0.50) ^a	(4.28 ± 0.68) ^b	(4.48 ± 0.34) ^b
Shell weight (g)	(1.39 ± 0.12) ^a	(1.70 ± 0.15) ^b	(1.76 ± 0.22) ^b
Soft body weight/total weight (g)	(0.68 ± 0.03) ^a	(0.69 ± 0.03) ^a	(0.70 ± 0.02) ^a

Values presented as mean ± SD ($n = 15$ abalone/diet).

Different superscript letters in each row are significant difference ($p < 0.05$) by Tukey's test.

Kandungan proksimat daging abalon *H. squamata* (Tabel 6) menunjukkan bahwa kandungan air (*moisture*), kandungan lemak (*crude lipid*), serta kandungan protein (*crude protein*) pada daging abalon yang diberi pakan menggunakan tepung *Ulva* sp. yang berbeda tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$). Jika dilihat dari data yang dihasilkan, kandungan air pada daging abalon yang diberi pakan menggunakan bahan tepung *Ulva* sp. alam maupun budidaya memiliki kecenderungan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kandungan air pada daging abalon yang diberi pakan kontrol. Namun, kandungan lemak pada daging abalon yang diberi pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam maupun budidaya cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan lemak pada daging abalon yang diberi pakan kontrol. Kandungan protein pada daging abalon yang diberi pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam menunjukkan angka yang lebih rendah jika

dibandingkan dengan kandungan protein pada daging abalon yang diberi pakan kontrol. Namun, kandungan protein pada daging abalon yang diberi pakan menggunakan tepung *Ulva* sp. hasil budidaya cenderung lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan protein pada daging abalon baik yang diberi pakan kontrol maupun yang diberi pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam.

Kandungan abu (*ash*) pada daging abalon yang diberi pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam maupun hasil budidaya secara signifikan lebih rendah ($p < 0,05$) jika dibandingkan dengan kandungan abu pada daging abalon yang diberi pakan kontrol. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa kandungan abu pada daging abalon yang diberi pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$) dengan kandungan abu pada daging abalon yang diberi pakan menggunakan tepung *Ulva* sp. hasil budidaya.

Tabel 6. Kandungan proksimat (g 100g⁻¹ berat kering) abalon *Haliotis squamata*.Table 6. Proximate composition (g 100g⁻¹ dry basis) of whole body of abalone *Haliotis squamata*.

Parameter	Control	Wild	Farmed
Moisture	(11.17 ± 0.55) ^a	(10.56 ± 0.74) ^a	(10.49 ± 1.67) ^a
Crude protein	(64.22 ± 2.02) ^a	(63.29 ± 2.84) ^a	(65.88 ± 1.48) ^a
Crude lipid	(6.07 ± 0.60) ^a	(6.85 ± 0.20) ^a	(6.52 ± 0.08) ^a
Ash	(7.34 ± 0.33) ^a	(6.70 ± 0.19) ^b	(6.70 ± 0.18) ^b

Values presented as mean ± SD ($n = 3$ tanks/diet).

Different superscript letters in each row are significant difference ($p < 0.05$) by Tukey's test.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan tepung *Ulva* sp. sebanyak 23% dalam formulasi pakan secara signifikan mampu meningkatkan pertumbuhan abalon *H. squamata*. Penggunaan tepung *Ulva* sp. sebagai bahan campuran pada pakan abalon juga dilaporkan oleh beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Bansemer et al. (2016) melaporkan bahwa tepung *Ulva* sp. dapat ditambahkan kedalam pakan abalon *H. laevigata* sebanyak 5-20%. Sementara itu, Santizo-Ta'an (2020) melaporkan bahwa penambahan tepung *Ulva pertusa* sebanyak 23% kedalam pakan abalon, untuk menggantikan penggunaan tepung ikan dan tepung bungkil kedelai, tidak mempengaruhi pertumbuhan abalon *H. asinina*. Tepung *Ulva australis* juga dilaporkan dapat ditambahkan kedalam pakan abalon sebanyak 20% untuk menggantikan penggunaan tepung rumput laut jenis *Undaria pinnatifida* tanpa menyebabkan penurunan pertumbuhan pada abalon *H. discus* (Ansary et al., 2019). Selain itu, Marzuqi et al. (2012) melaporkan bahwa penggunaan tepung *Ulva* sp. sebanyak 41% didalam pakan abalon dapat meningkatkan pertambahan berat tubuh 51% lebih tinggi jika dibandingkan pertambahan berat tubuh abalon *H. squamata* yang diberikan pakan berbahan dasar tepung *Gracilaria* sp.

Pertambahan berat tubuh (*weight gain*) abalon yang diberi pakan dengan menggunakan tepung *Ulva* sp. hasil koleksi dari alam maupun budidaya pada penelitian ini 30% lebih tinggi jika dibandingkan dengan pertambahan berat tubuh abalon yang diberi pakan kontrol berbahan tepung *Ulva* sp. Selain itu, laju pertumbuhan spesifik (SGR) abalon yang diberi pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam dan budidaya juga secara signifikan tiga kali lebih tinggi jika dibandingkan dengan laju pertumbuhan spesifik abalon yang diberi pakan kontrol (Tabel 4). Rendahnya pertambahan berat tubuh serta laju pertumbuhan spesifik abalon yang diberi pakan kontrol dimungkinkan karena

rendahnya kandungan protein (14,1%) di dalam pakan (Tabel 3), sehingga tidak memenuhi kebutuhan asupan nutrisi untuk proses pertumbuhan. Ma et al. (2021) melaporkan bahwa kandungan protein <15% atau >36% di dalam pakan akan menyebabkan efek negatif bagi pertumbuhan, komposisi mikroba didalam usus, serta aktivitas enzim pencernaan pada abalon *H. duscus hannai*.

Protein merupakan komponen nutrisi yang sangat penting dalam pakan abalon, karena merupakan substrat anabolik yang sangat berpengaruh terhadap proses pertumbuhan (Venter et al., 2018). Selain dari makroalga (Giri et al., 2015), sumber protein pada pakan abalon dapat dipenuhi melalui penambahan beberapa bahan baku pakan seperti tepung ikan, tepung udang, tepung daging dan tulang, tepung hasil ikutan unggas (*poultry by-product meal*), tepung bungkil kedelai, serta tepung jagung (Bautista-Teruel et al., 2003; Cho, 2010). Pada penelitian ini, kandungan protein pada pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam dan budidaya masing-masing 32% dan 65% lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan protein pada pakan kontrol. Tingginya kandungan protein pada pakan menggunakan tepung *Ulva* sp. alam maupun budidaya ini dikarenakan penggunaan bahan baku sumber protein lain dalam formulasi seperti tepung ikan, tepung bungkil kedelai dan tepung jagung sebanyak 37% (Tabel 3).

Kandungan protein pada tepung *Ulva* sp. hasil budidaya tiga kali lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan protein tepung *Ulva* sp. alam (Tabel 1). Tingginya kandungan protein kasar (*crude protein*) pada tepung *Ulva* sp. budidaya ini dikarenakan penggunaan pupuk yang memiliki unsur nitrogen selama proses pemeliharaan, sehingga kandungan protein dalam tepung *Ulva* sp. budidaya terdeteksi sangat tinggi (25%). Namun, meskipun kandungan protein pada pakan berbahan tepung *Ulva* sp. budidaya 24% lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan protein dalam pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam,

pertumbuhan abalon baik berupa penambahan berat tubuh, laju pertumbuhan spesifik, maupun penambahan panjang cangkang abalon yang diberi pakan berbahan tepung *Ulva* sp. budidaya tidak berbeda secara signifikan dengan pertumbuhan abalon yang diberi pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam. Hal ini menunjukkan bahwa tingginya protein yang berasal dari tepung *Ulva* sp. hasil budidaya tidak digunakan secara efektif untuk proses pertumbuhan. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Bansemmer et al. (2016) yang melaporkan bahwa perbedaan kandungan protein dengan penambahan persentase tepung *Ulva* sp. yang berbeda pada pakan abalon, tidak meningkatkan aktivitas enzim pencernaan khususnya tripsin, yang berperan dalam proses pemecahan protein untuk pertumbuhan.

Sama seperti pertumbuhan berat tubuh, panjang cangkang abalon setelah 12 minggu masa pemeliharaan (*final shell length*), serta penambahan panjang cangkang abalon (*shell length gain*) yang diberi pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam maupun budidaya tiga kali lebih tinggi dari pertumbuhan panjang cangkang abalon yang diberi pakan kontrol (Tabel 4). Tingginya penambahan panjang cangkang abalon menunjukkan bahwa pakan yang dikonsumsi selain digunakan untuk proses penambahan berat, juga digunakan untuk proses penambahan cangkang. Tingginya penambahan panjang cangkang pada abalon yang diberi pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam maupun budidaya karena tercukupinya kebutuhan asupan mineral untuk proses penambahan cangkang abalon. Kebutuhan mineral ini berasal dari bahan baku tepung *Ulva* sp. yang digunakan serta dengan adanya penambahan mineral *mix* sebesar 4% pada formulasi pakan abalon yang dibuat.

Selain itu, penambahan panjang cangkang abalon yang diberi pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam dan budidaya juga berbanding lurus dengan kandungan abu pada daging abalon yang diberi kedua pakan tersebut (Tabel 6). Kandungan abu pada daging abalon yang diberi pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam dan budidaya 10% lebih rendah dibandingkan dengan kandungan abu pada daging abalon yang diberi pakan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa asupan mineral dari pakan digunakan secara efektif untuk proses pertumbuhan, tidak di simpan didalam daging abalon. Menurut Latuihamallo et al. (2019), mineral yang terkandung dalam daging abalon paling banyak adalah kalium, magnesium dan kalsium.

Kandungan protein kasar serta lemak pada daging abalon tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan pada penelitian ini (Tabel 6). Namun, kandungan protein kasar pada daging abalon yang diberi pakan tepung *Ulva* sp. budidaya sedikit lebih tinggi (4%) dari kandungan protein daging abalon yang diberi pakan tepung *Ulva* sp. alam. Hal ini merupakan refleksi dari tingginya kandungan protein yang terkandung pada pakan uji yang digunakan (23,27%). Kandungan protein daging abalon paling rendah tercatat pada daging abalon yang diberi pakan tepung *Ulva* sp. alam (63,29%), yaitu kandungan protein ini sedikit lebih kecil (1,5%) dari kandungan protein pada daging abalon kontrol. Jika melihat dari kandungan protein kasar pada pakan uji, kandungan protein pada pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam justru 32% lebih besar dari pakan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa asupan protein dari pakan banyak digunakan untuk proses pertumbuhan daripada disimpan dalam daging, yang diindikasikan dengan tingginya penambahan berat, dan rendahnya kandungan protein pada daging abalon yang diberi pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam.

Berat daging abalon (*soft body weight*) yang diberi pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam dan budidaya masing-masing 27,8% dan 33,7% lebih besar dari berat daging abalon yang diberi pakan kontrol. Selain itu, berat cangkang (*shell length*) abalon yang diberi pakan berbahan tepung *Ulva* sp. alam dan budidaya juga 22,3 dan 26,6% lebih berat jika dibandingkan dengan berat cangkang abalon kontrol, dengan ratio berat daging terhadap berat utuh abalon pada penelitian ini berkisar antara 0,68-0,70 (Tabel 5). Nilai rasio pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian Rahman et al. (2016) yang melaporkan rasio daging terhadap berat tubuh abalon dengan kisaran 0,62-0,64. Jung et al. (2016) melaporkan rasio daging terhadap berat tubuh abalon dengan pakan berbeda mencapai 0,56-0,62. Tingginya rasio daging terhadap berat utuh ini menunjukkan bahwa pakan yang diberikan lebih banyak digunakan untuk proses pertumbuhan daging dibandingkan dengan pembentukan cangkang. Dengan demikian, bagian tubuh abalon yang dapat dikonsumsi (*edible portion*) lebih besar daripada bagian yang tidak dapat dimanfaatkan.

Tingkat kelulushidupan (*survival rate*) abalon dalam penelitian ini sangat tinggi yaitu sebesar 100%. Tingginya tingkat kelulushidupan ini menunjukkan bahwa pakan uji yang dibuat dapat dikonsumsi dan dimanfaatkan untuk proses

pertumbuhan dengan baik. Selain itu, faktor lingkungan seperti suhu dan salinitas selama penelitian juga masih dalam kisaran optimal untuk mendukung proses pertumbuhan dan pemeliharaan abalon. Suci et al. (2019) melaporkan bahwa suhu maksimal untuk proses pemeliharaan abalon adalah 31,5 °C, sedangkan suhu yang tinggi (33 °C) akan menyebabkan kematian pada abalon, sedangkan Chaitanawisuti et al. (2012) melaporkan bahwa suhu dan salinitas optimum untuk pemeliharaan anakan *H. asinina* abalon adalah masing-masing 26-27°C dan 31-33 ppt.

Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tepung *Ulva* sp. dari alam maupun hasil kegiatan budidaya dapat digunakan sebagai bahan campuran dalam formulasi pakan abalon *Haliotis squamata*. Penggunaan 23% tepung *Ulva* sp. alam maupun hasil budidaya secara signifikan dapat meningkatkan pertambahan berat, pertambahan panjang cangkang, laju pertumbuhan spesifik, berat daging dan berat cangkang abalon jika dibandingkan dengan abalon yang diberi pakan kontrol. Selain itu, penggunaan tepung *Ulva* sp. alam maupun budidaya dalam pakan juga secara signifikan dapat menurunkan kandungan abu pada daging abalon.

Persantunan

Kegiatan penelitian ini sebagian dibiayai dari kegiatan Riset Pengembangan Kapasitas Coral Reef Rehabilitation and Management Program-Coral Triangle Initiative Project COREMAP-CTI 2021-2022 dengan nomor 17/A/DK/2021, dan DIPA Rumah Program di Organisasi Riset Hayati dan Lingkungan-BRIN. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Yanuariska Putra, M. Fish. yang telah menyediakan rumput laut *Ulva* sp. hasil budidaya.

Kontribusi

Asep Ridwanudin dan Dien Arista Anggorowati adalah kontributor utama dalam penelitian ini, sedangkan Arsyad Sujangka, Balkam F. Badi, Nurhalis Tarmin dan Abdul Wahab adalah kontributor anggota.

Daftar Pustaka

- Ansary, M. W. R., Jeong, H. S., Lee, K. W., Kim, P. Y., Kim, J., Yun, A. H., Cho, S. H. & Kim, T. I. (2019). Dietary substitution effect of *Ulva australis* for *Undaria pinnatifida* on growth, body composition and air exposure of juvenile abalone, *Haliotis discus* (Reeve 1846). *Journal of Applied Phycology*, 31, 1467-1474. <https://doi.org/10.1007/s10811-018-1654-4>
- Bautista-Teruel, M. N., Fermin, A. C. & Koshio, S. S. (2003). Diet development and evaluation for juvenile abalone, *Haliotis asinina*: animal and plant protein sources. *Aquaculture*, 219, 645-653. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00410-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00410-6)
- Bansemmer, M. S., Qin, J. G., Harris, J. O., Duong, D. N., Currie, K. L., Howarth, G. S., & Stone, D. A. J. (2016). Dietary inclusions of dried macroalgae meal in formulated diets improve the growth of greenlip abalone (*Haliotis laevigata*). *Journal of Applied Phycology*, 28, 3645-3658. <https://doi.org/10.1007/s10811-016-0829-0>
- Bautista-Teruel, M. N., Maquirang, J. R. H., Dela Pena, M. R. & Balinas, V. T. (2016). Test of refined formulated feed for the grow-out culture of tropical abalone *Haliotis asinina* (Linnaeus 1758) in concrete land-based tanks. *Journal of Shellfish Research*, 35, 633-639.
- Brown, M. R., Sikes, A. L., Elliott, N. G. & Tume, R. K. (2008). Physiocochemical factors of abalone quality: a review. *Journal of Shellfish Research*, 27, 835-842.
- Chaitanawisuti, N., Nunim, S. & Santhaweeksuk, W. (2012). The combined effects of temperature and salinity on survival of larvae and juveniles of tropical abalone *Haliotis asinina* under laboratory conditions. *Journal of Research in Biology*, 2, 572-579.
- Cho, S. W. (2010). Effect of fishmeal substitution with various animal and/or plant protein sources in the diet of the abalone *Haliotis discus hannai* Ino. *Aquaculture Research*, 41, e587-e593. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02561.x>

- Cook, P. A. (2016). Recent trends in worldwide abalone production. *Journal of Shellfish Research*, 35, 581-583.
- Cock, P. A. (2019). Worldwide abalone production statistics. *Journal of Shellfish Research*, 38, 401-404.
- Dominguez, H. & Loret, E. P. (2019). *Ulva lactuca*, a source of troubles and potential riches. *Marine Drugs*, 17, 357.
- Folch, J., Lees, M. & Sloane Stanley, H. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.
- 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, 379-388.
- Jung, W. G., Kim, H. S., Lee, K. W., Kim, Y. E., Choi, D. K., Jang, B. I., Cho, S. H. & Choi, C. Y. (2016). Growth and body composition effects of tuna byproduct meal substituted for fish meal in the diet of juvenile abalone, *Haliotis discus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 47, 74-81.
- KKP. (2021). Data Ekspor Impor Komoditas Lainnya. Diakses tanggal 10 Januari 2022. <https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=eksim&i=211#panel-footer>
- Latuihamallo, M., Sahetapy, J. M. F. & Manuputy, G. D. (2019). Mineral contents in flesh of abalone *Haliotis squamata* with fed different live feeds. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 339, 012056.
- Ma, S., Li, X., Sun, L., Fan, W., Chen, H., Yu, H., Zhou, W., Zhang, W. & Mai, K. (2021). Effects of dietary protein levels on growth performance, serum indexes, PI3K/AKT/mTOR/S6K signalling and intestinal microbiota of abalone *Haliotis discus hannai*. *Aquaculture Nutrition*, 27, 941-952. <https://doi.org/10.1111/anu.13230>
- Mantri, V. A., Kazi, M. A., Balar, N. B., Gupta, V. & Gajaria, T. (2020). Concise review of green algal genus *Ulva* Linnaeus. *Journal of Applied Phycology*, 32, 2725-2741.
- Marzuqi, M., Rusdi, I. & Susanto, B. (2012). Aplikasi pakan buatan pada pemeliharaan benih abalone (*Haliotis squamata*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 7, 237-245. <http://dx.doi.org/10.15578/jra.7.2.2012.237-245>
- Mo'o, F. R. C., Wilar, G., Devkota, H. P. & Wathoni, N. (2020). Ulvan, a polysaccharide from macroalga *Ulva* sp.: a review of chemistry, biological activities and potential for food and biomedical applications. *Applied Sciences*, 10, 5488.
- Morais, T., Inácio, A., Coutinho, T., Ministro, M., Cotas, J., Pereira, L. & Bahcevandziev, K. (2020). Seaweed potential in the animal feed: a review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8, 559.
- O'Mahoney, M., Rice, O., Mouzakitis, G. & Burnell, G. (2014). Towards sustainable feeds for abalone culture: evaluating the use of mixed species seaweed meal in formulated feeds for the Japanese abalone, *Haliotis discus hannai*. *Aquaculture*, 430, 9-16.
- Rahman, M. M., Choi, J. & Lee, S. M. (2016). Distillers dried grain can be used as a feed ingredient for the growth of freshwater snail (*Semisulcospira coreana*) and abalone (*Haliotis discus hannai*). *Aquaculture Research*, 47, 3239-3245. <https://doi.org/10.1111/are.12775>
- Roodt-Wilding, R. (2007). Abalone ranching: a review on genetic considerations. *Aquaculture Research*, 38, 1229-1241.
- Santizo-Taan, R., Bautista-Teruel, M. & Maquirang, J. R. H. (2020). Enriched *Ulva pertusa* as partial replacement of the combined fish and soybean meals in juvenile abalone *Haliotis asinina* (Linnaeus) diet. *Journal of Applied Phycology*, 32, 741-749. <https://doi.org/10.1007/s10811-019-01977-5>
- Setyono, D. E. D. (2004). Abalone (*Haliotis asinina* L.): 1. A prospective species for aquaculture in Indonesia. *Oceana*, 2, 25-30.
- Suci, A. N., Bengen, D. G. & Zamani, N. P. (2019). Toleransi suhu maksimum dari gastropoda laut tropis, *Haliotis squamata* (Reeve 1846). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11, 595-600.
- Sun, L., Guo, Y., Ma, S., Fan, W., Liu, Y., Liu, D., Zhang, Y., Zhang, W. & Mai, K. (2021). Replacement of dietary kelp meal with three macroalgae sources on the growth performances, immune responses and anti-stress capacity of abalone *Haliotis*

- discus hannai*. *Journal of Applied Phycology*, 33, 4051-4065.
- Taridala, S. A. A., Nursavista, R., Saediman, H., Limi, M. A., Salam, I., Gafaruddin, A. & Patadjai, A. B. (2021). Market structure of abalone (*Haliotis asinina*) in Southeast Sulawesi, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 782, 022039.
- Venter, L., Loots, D. T., Vosloo, A., van Rensburg, P. J. & Lindeque, J. Z. (2018). Abalone growth and associated aspects: now from a metabolic perspective. *Reviews in Aquaculture*, 10, 451-473. <https://doi.org/10.1111/raq.12181>
- Wu, F. & Zhang, G. (2016). Pacific abalone farming in china: recent innovations and challenges. *Journal of Shellfish Research*, 35, 703-710.
- Yusup, D. S., Mahardika, I. W., Suarna, I. W. & Giri, I. N. A. (2020). Feeding preference and growth response of early adults abalone, *Haliotis squamata* on some macroalgae. *Biodiversitas*, 21, 4369-4375.