

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

KADAR ALGINAT DAN PROKSIMAT RUMPUT LAUT *Sargassum polycystum* PADA LEVEL KEDALAMAN DI PERAIRAN TABULO SELATAN, KABUPATEN BOALEMO, GORONTALO

Wiwin Kusuma Perdana Sari¹⁾, Muslimin²⁾ & Putri Wullandari³⁾

¹⁾Pusat Riset Teknologi dan Proses Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Jl. Jogja-Wonosari, Km 31,5 Kec. Playen, Kab. Gunungkidul, Yogyakarta 55861

²⁾Pusat Riset Perikanan, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Jl. Raya Jakarta-Bogor Km 46 Cibinong, Kec. Cibinong, Kab. Bogor, Jawa Barat

(Naskah diterima: 04 April 2022; Revisi final: 25 Januari 2023; Disetujui publikasi: 26 Januari 2023)

ABSTRAK

Pemanfaatan alginofit dari perairan tropis, termasuk Indonesia masih sangat terbatas meskipun kelimpahannya tinggi. Salah satu jenis dari marga *Sargassum* yang paling banyak ditemukan di perairan tropis adalah *Sargassum polycystum*. Studi ini bertujuan untuk mengetahui kadar alginat dan proksimat *S. polycystum* yang diambil dari habitat alamnya pada beberapa level kedalaman perairan, yaitu 0, 50, 100, dan 150 cm.. Hasil studi menunjukkan bahwa kadar alginat dan proksimat *S. polycystum* bervariasi berdasarkan level kedalaman perairan. Kandungan alginat *S. polycystum* di perairan Tabulo Selatan Gorontalo antara $9,61 \pm 0,10\%$ hingga $11,98 \pm 0,19\%$, kandungan protein antara $3,83 \pm 0,54$ hingga $5,82 \pm 0,28\%$, lemak antara $0,30 \pm 0,05\%$ hingga $0,37 \pm 0,01\%$, abu antara $40,08 \pm 2,83\%$ hingga $45,23 \pm 2,0\%$, dan serat kasar antara $9,87 \pm 0,71\%$ hingga $16,25 \pm 0,04\%$. Rumput laut *S. polycystum* dengan kandungan tertinggi alginat berasal dari kedalaman 100 cm, protein dan lemak tertinggi dari permukaan perairan, sedangkan abu dan serat tertinggi masing-masing dari kedalaman 50 dan 150 cm.

KATA KUNCI : alginat; kedalaman perairan; proksimat; *Sargassum polycystum*

ABSTRACT : ALGINATE AND PROXIMATE CONTENT OF *Sargassum polycystum* AT DEPTH LEVELS IN SOUTH TABULO WATERS, DISTRICT OF BOALEMO, GORONTALO

The utilization of alginophytes from tropical waters such as Indonesia is still very limited, although their availability is very high. One species most commonly found in tropical waters is the *Sargassum polycystum*. This study aims to determine the alginat and proximate content of *S. polycystum* harvested from its natural habitat at different depth, i.e., 0, 50, 100, and 150 cm. The alginat and proximate content of *S. polycystum* were varied with water depth. The alginat was between $9,61 \pm 0,10\%$ to $11,98 \pm 0,19\%$, the protein was $3,83 \pm 0,54$ to $5,82 \pm 0,28\%$, lipid was $0,30 \pm 0,05\%$ to $0,37 \pm 0,01\%$, ash was $40,08 \pm 2,83\%$ to $45,23 \pm 2,0\%$, and the crude fiber content was $9,87 \pm 0,71\%$ to $16,25 \pm 0,04\%$. *S. polycystum* with the highest content of alginat came from a depth of 100 cm, the highest protein and lipid from surface waters, while the highest ash and fiber were from a depth of 50 and 150 cm, respectively.

KEYWORDS : alginat; proximate; *Sargassum polycystum*; water depth

Korespondensi: Pusat Riset Teknologi dan Proses Pangan,
Badan Riset dan Inovasi Nasional.
Jl. Jogja-Wonosari, Km 31,5 Kec. Playen, Kab. Gunungkidul,
Yogyakarta 55861
E-mail: wiwin.kusuma.perdana.sari@brin.go.id

PENDAHULUAN

Rumput laut coklat genus *Sargassum* merupakan salah satu spesies dengan diversitas tinggi, dan tersebar luas dari perairan sub-tropis hingga ke perairan tropis (Phillips & Fredericq, 2000). Salah satu jenis yang paling banyak ditemukan di perairan tropis adalah *Sargassum polycystum*. Spesies tersebut merupakan salah satu jenis dari marga *Sargassum* yang banyak ditemukan di perairan Sulawesi Utara (Kadi, 2005; Kantachumpoo, 2013; Komatsu *et al.*, 2007; Noiraksar *et al.*, 2017).

Rumput laut *Sargassum* secara alami hidup di perairan pantai, dari garis pantai hingga ke ujung tubir. Ombak yang besar dengan arus deras merupakan salah satu syarat habitat alami *Sargassum*. Rentang kedalaman perairan pantai yang menjadi tempat tumbuh alami *Sargassum* adalah berkisar antara 0,5-10 m (Kadi, 2005).

Salah satu pemanfaatan rumput laut *Sargassum* adalah karena kandungan alginat yang berguna untuk berbagai keperluan manusia (Flórez-Fernández *et al.*, 2019; Saraswathi *et al.*, 2003). Alginat yang diperoleh dari ekstraksi *Sargassum* sp. banyak dimanfaatkan untuk keperluan industri, sebagai bahan tambahan pangan sebagai pengental dan pembentuk gel yang spesifik (Flórez-Fernández *et al.*, 2019; Mohd Fauziee *et al.*, 2021).

Karakteristik pertumbuhan alami rumput laut *S. polycystum* dengan rentang kedalaman perairan hingga 10 m merupakan hal yang menarik untuk dikaji kandungan alginatnya pada level kedalaman perairan. Studi yang dilakukan oleh Paul *et al.* (2020) terhadap alginofit *Macrocystis pyrifera* melaporkan adanya perbedaan kadar alginat pada level kedalaman. Laporan studi tersebut memunculkan keingintahuan untuk menguji alginofit yang melimpah di Perairan Indonesia yaitu *S. polycystum*. Pengujian proksimatnya juga menjadi hal yang perlu dilakukan sebagai salah satu rumput laut *edible*. Studi ini bertujuan untuk mengetahui kadar alginat dan proksimat rumput laut *S. polycystum* pada level kedalaman perairan.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah rumput laut *S. polycystum* yang diambil dari habitat alaminya di perairan Tabulo Selatan, Kabupaten Boalemo, Gorontalo. Teknik pengambilan rumput laut dengan cara memotong bagian *cauloid* sekitar 30 hingga 40 cm dari ujungnya. Level kedalaman perairan yang diaplikasikan sebagai perlakuan pada penelitian ini yaitu : perlakuan A (0 cm/permukaan perairan), perlakuan B (50 cm dari permukaan), perlakuan C (100

cm dari permukaan), dan perlakuan D (150 cm dari permukaan). Level kedalaman yang dipilih adalah level kedalaman yang memungkinkan untuk pengambilan sampel di lokasi penelitian dengan menggunakan peralatan sederhana.

Sampel yang telah diambil kemudian dibersihkan dari pengotornya, dan dikeringkan dengan panas matahari selama 5 hari. Sampel kering kemudian disimpan untuk pengujian alginat dan proksimat.

Pengujian sampel

Uji alginat dan proksimat rumput laut *S. polycystum* dilakukan di Laboratorium Produktivitas dan Kualitas Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Metode uji alginat yang diterapkan adalah metode ekstraksi alkali mengacu pada Indrani & Budianto (2013). Uji proksimat *S. polycystum* meliputi kadar protein, kadar lemak, kadar abu, kadar air, dan serat. Pengujian didasarkan pada standard SNI yang berlaku untuk produk-produk perikanan (Winarni *et al.*, 2021). Setiap pengujian alginat dan proksimat dilakukan dengan tiga kali pengulangan.

Analisis data

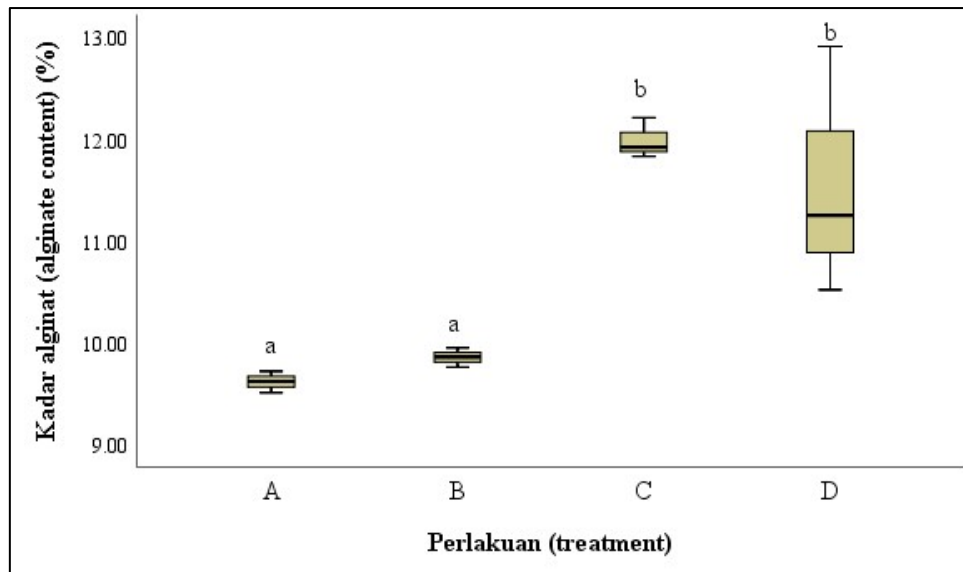
Hasil pengujian alginat dan proksimat rumput laut *S. polycystum* dari setiap perlakuan ditabulasi dan disajikan dalam diagram boxplot. Untuk mengetahui pengaruh level kedalaman, dilakukan uji *One-way ANOVA* dengan menggunakan program SPSS 25. Uji Tukey diterapkan sebagai uji lanjut untuk mengetahui perbedaan setiap perlakuan level kedalaman terhadap kadar alginat dan proksimat *S. polycystum*. Uji korelasi juga diterapkan untuk mengetahui setiap parameter uji alginat dan proksimat dengan kedalaman.

HASIL DAN BAHASAN

Alginat

Hasil pengujian kadar alginat rumput laut *S. polycystum* disajikan pada Gambar 1. Kadar alginat *S. polycystum* tertinggi berasal dari perlakuan C (kedalaman 100 cm) yaitu $11,98 \pm 0,19\%$. Uji sidik ragam menunjukkan bahwa kedalaman berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar alginat. Uji lanjut antar perlakuan juga menunjukkan ada beda nyata antar level kedalaman terhadap kandungan alginat *S. polycystum*.

Kadar rendemen alginat *S. polycystum* tertinggi pada penelitian ini dengan nilai $11,98 \pm 0,19\%$ tergolong rendah dibandingkan beberapa hasil studi yang dilaporkan untuk jenis yang sama (Mirza *et al.*, 2013; Mushollaeni W, 2011). Studi-studi sebelumnya melaporkan kadar rendemen alginat *S. polycystum* dari beberapa perairan Indonesia tanpa memperhatikan



*simbol huruf atas yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan pada taraf uji statistik 0,05

(the same uppercase symbol indicates no significant difference at the statistical test level of 0,05)

Gambar1. Pengaruh level kedalaman terhadap kadar alginat *S. polycystum*

Figure 1. Effect of depth level on alginat of S. polycystum

level kedalaman perairan. Mushollaeni (2011) melaporkan rendemen alginat *S. polycystum* yang diambil dari Pantai Gunungkidul, Yogyakarta sebesar 20%, sedangkan Mirza *et al.* (2013) melaporkan rendemen alginat *S. polycystum* yang diambil dari Teluk Awur Jepara berkisar antara 23-30% tergantung larutan perendam yang digunakan untuk proses ekstraksinya. Kok dan Wong (2018) menyebutkan bahwa beberapa faktor seperti spesies, musim pengambilan rumput laut, preparasi sampel serta metode ekstraksi yang digunakan dapat berpengaruh terhadap rendemen alginat yang dihasilkan.

Terkait dengan faktor level kedalaman perairan yang menjadi bahasan utama pada penelitian ini, belum ada informasi mengenai hasil studi yang khusus mempelajari tentang pengaruh tingkat kedalaman perairan dengan kadar alginat rumput laut *S. polycystum* maupun jenis rumput laut *Sargassum* lainnya. Salah satu paparan yang relevan dijelaskan oleh Paul *et al.* (2020) yang melaporkan hasil serupa yaitu perolehan kadar alginat pada rumput laut alginofit *Macrocystis pyrifera* lebih tinggi pada sampel yang diambil pada kedalaman perairan 10 m dibandingkan yang diambil di permukaan perairan (0 m).

Uji korelasi Pearson dilakukan untuk mengetahui korelasi antara kedalaman perairan dengan kadar alginat *S. polycystum*. Hasil analisis korelasi Pearson menunjukkan bahwa kedalaman perairan berkorelasi positif terhadap kadar alginat *S. polycystum*. Dengan nilai koefisien korelasi ($R^2=0,773$) menunjukkan adanya korelasi yang kuat antara faktor kedalaman perairan dengan kadar alginat *S. polycystum*.

Hasil studi Paul *et al.* (2020) juga menunjukkan adanya aktifitas molekuler yang berbeda pada *M. pyrifera* yang diambil dari dua level kedalaman perairan (0 m dan 10 m). Perbedaan aktivitas molekuler tersebut berpengaruh pada biosintesis alginatnya. Hasil *scanning* mikroskop electron menunjukkan bahwa jaringan *M. pyrifera* yang diambil dari kedalaman 10 m banyak ditemukan alginat dalam bentuk trabecular di dalam sel-sel meristemnya, sementara sel-sel meristem *M. pyrifera* yang diambil dari kedalaman 0 m hampir semuanya kosong tanpa alginat trabecular. Analisis transkriptomik juga menunjukkan bahwa gen-gen yang mengatur biosintesis alginat seperti *Mannose-6-phosphate isomerase* (AlgA), *Phosphomannomutase* (AlgC), *GDP-mannose 6-dehydrogenase* (AlgD), *Mannuronan C-5-epimerase* (AlgG) pada alginofit *M. pyrifera* yang diambil dari kedalaman 10 m menunjukkan ekspresi berlebih dibanding yang berasal dari kedalaman 0 m. Mekanisme serupa juga terjadi pada alginofit *S. polycystum* pada penelitian ini.

Meskipun analisis korelasi Pearson menunjukkan korelasi yang kuat antara faktor kedalaman perairan dengan kadar alginat *S. polycystum*, akan tetapi dilihat dari hasil data kadar alginat (Gambar 1) menunjukkan adanya sedikit penurunan kadar alginat *S. polycystum* yang diambil dari kedalaman 100 cm dibandingkan 150 cm meskipun tidak signifikan secara statistik. Hasil pengukuran kadar alginat *S. polycystum* dari kedalaman 150 cm menunjukkan deviasi tertinggi dibandingkan ketiga perlakuan lain dengan 3 kali pengulangan biologis.

Satu hal yang diduga menjadi penyebab kadar alginat *S. polycystum* pada kedalaman 150 cm lebih rendah dibandingkan kedalaman 100 cm adalah perbedaan fase pertumbuhan pada sampel yang diambil. Pengambilan sampel dari alam memungkinkan terjadinya variasi fase pertumbuhan dari setiap sampelnya meskipun telah diusahakan pengambilan yang seragam untuk menghindari deviasi yang terlalu jauh. Skriptsova *et al.* (2004) menyebutkan bahwa variasi kadar alginat tergantung pada musim dan fase perkembangan sporofitnya. Peningkatan kadar alginat sebanding dengan tingkat maturasi dan perkembangan sporofil suatu alginofit. Alginat lebih banyak terakumulasi pada bagian *blade* yang lebih tua dibandingkan *blademuda*. Berdasarkan hasil spectrum C-NMR, alginat yang diperoleh dari bagian alginofit muda mengandung residu *mannuronate* yang lebih banyak, sementara pada bagian yang lebih tua mengandung residu *mannuronate* dan *guluronate*. Mekanisme utama yang mengatur komposisi alginat pada makroalga coklat adalah reaksi epimerisasi yang mengubah *mannuronate* menjadi *guluronate*.

Proksimat

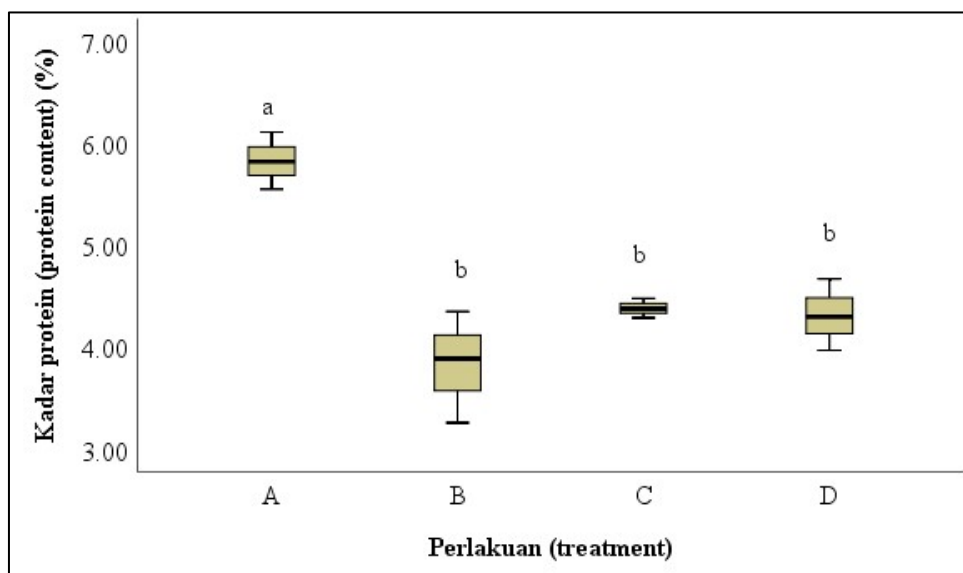
Protein

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar protein tertinggi diperoleh dari kedalaman 0 cm dengan rata-rata $5,82 \pm 0,28\%$. Uji statistik ANOVA menunjukkan adanya beda yang signifikan ($P < 0,05$) antara kadar protein pada beberapa level kedalaman. Uji lanjut Tukey juga mengkonfirmasi hal tersebut, dimana kadar protein *S. polycystum* di perairan dengan kedalaman 0 cm berbeda nyata terhadap ketiga level kedalaman lainnya (Gambar 2).

Kadar protein *S. polycystum* yang terdeteksi pada penelitian ini bervariasi pada level kedalaman, berkisar antara $3,83 \pm 0,54\%$ hingga $5,82 \pm 0,28\%$. Nilai tersebut juga berbeda dengan hasil yang dilaporkan oleh beberapa studi *S. polycystum* berasal dari beberapa perairan Indonesia. Sumandiarsa *et al.* (2020a) melaporkan kandungan protein *S. polycystum* dari Pulau Sebesi Selat Sunda rata-rata $4,45 \pm 0,43\%$, sedangkan (Sumandiarsa *et al.*, 2020b) juga melaporkan kadar protein yang sangat rendah berkisar antara $0,53-1,74\%$ dari *S. polycystum* yang berasal dari Pulau Bintan.

Berdasarkan hasil penelusuran tidak ditemukan laporan terkait kadar protein *Sargassum* dengan level kedalaman perairan. Pengayaan informasi mengenai kandungan protein rumput laut pada level kedalaman perairan diperoleh dari jenis rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dan *Gracilaria gracilis*. Studi yang dilakukan oleh Hurtado-Ponce (1995) terhadap rumput laut *K. alvarezii* hasil budidaya pada dua level kedalaman perairan menunjukkan adanya perbedaan tidak signifikan. Mensi *et al.* (2020) juga melaporkan tidak ada pengaruh kedalaman terhadap kadar protein makroalga *G. gracilis* hasil budidaya. Sebagai pembandingan, hasil serupa juga ditunjukkan oleh kadar protein fauna laut seperti kerang dan ikan dari berbagai level kedalaman yang berbeda tidak signifikan pada level kedalaman (Drazen, 2007; Ngo *et al.*, 2006).

Pada penelitian ini, kadar protein *S. polycystum* menunjukkan beda nyata hanya pada kedalaman 0 cm, sedangkan level kedalaman lainnya tidak berbeda signifikan. Kadar protein *S. polycystum* pada permukaan perairan adalah yang tertinggi.



*simbol huruf atas yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan pada taraf uji statistik 0,05
 *(the same uppercase symbol indicates no significant difference at the statistical test level of 0,05)

Gambar 2. Pengaruh level kedalaman terhadap kadar protein *S. polycystum*
 Figure 2. Effect of depth level in protein content of *S. polycystum*

Mensi *et al.* (2020) menyebutkan bahwa kandungan protein makroalga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan, dan amonium merupakan faktor pembatas yang secara positif mempengaruhi kadar protein makroalga. Klawonn *et al.* (2019) menambahkan bahwa amonium perairan sangat terkait dengan aktivitas fitoplankton. Seperti diketahui bahwa fitoplankton lebih banyak terkonsentrasi di zona eutrofik yang berada di sekitar permukaan perairan (Sulastri *et al.*, 2019; Uitz *et al.*, 2006)

Amonium di perairan diasimilasi oleh alga dan diubah menjadi sumber nitrogen di perairan (Ebeling *et al.*, 2006; Wahyuningsih & Gitarama, 2020). Alga dapat mengasimilasi nitrogen perairan menjadi asam amino dan protein melalui proses yang membutuhkan energi (Lachmann *et al.*, 2019). Hal inilah yang menyebabkan lebih tingginya kadar amonium pada permukaan perairan, dan berimbas pada tingginya kadar protein *S. polycystum* permukaan.

Kadar protein yang lebih tinggi juga dapat diperoleh dari lingkungan dengan salinitas yang lebih rendah (Mensi *et al.*, 2020). Jika dikaitkan dengan penelitian ini maka kadar protein *S. polycystum* yang lebih tinggi pada permukaan perairan karena salinitas pada permukaan perairan lebih fluktuatif dan dapat menjadi lebih rendah dibandingkan kolom perairan.

Kadar protein pada makroalga coklat umumnya lebih rendah dari makroalga merah yang umumnya berkisar antara 15,5-21,3%. Bahkan beberapa spesies makroalga coklat yang telah dimanfaatkan industri, kadar

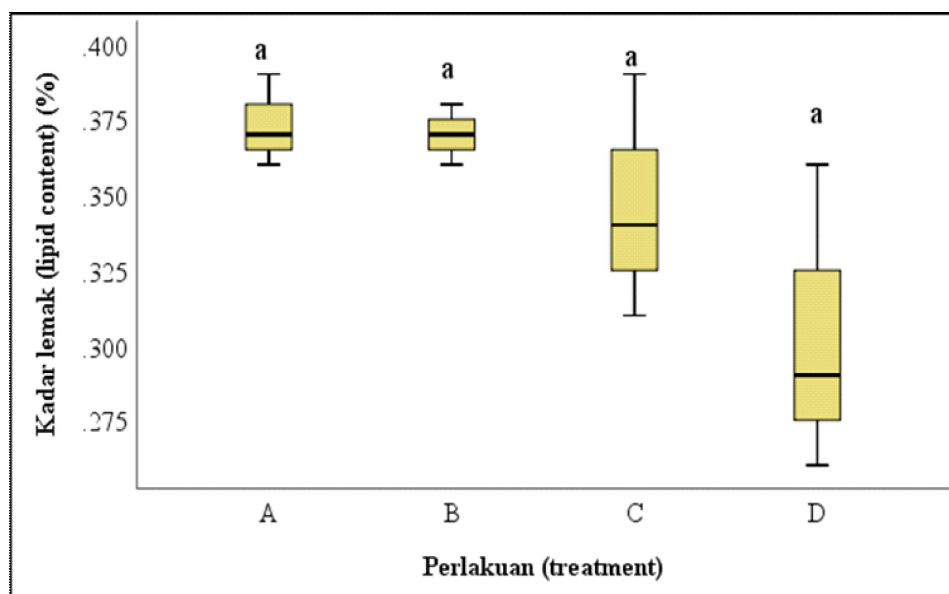
proteinnya tidak lebih dari 15% (Gómez-Ordóñez *et al.*, 2010). Meskipun kadar protein tidak lebih tinggi dari makroalga merah, tetapi makroalga coklat memiliki komposisi asam amino esensial yang tinggi dibandingkan standar FAO (Ramu Ganesan *et al.*, 2020). Variasi kadar protein pada makroalga dipengaruhi oleh jenis, kondisi lingkungan, serta musim pertumbuhannya (Gómez-Ordóñez *et al.*, 2010; Sumandiarsa *et al.*, 2020b).

Lemak

Kadar lemak *S. polycystum* yang diambil dari beberapa level kedalaman berkisar antara $0,30 \pm 0,05\%$ hingga $0,37 \pm 0,01\%$. Kadar lemak tertinggi diperoleh dari *S. polycystum* yang diambil dari perlakuan A. Hasil analisis ANOVA menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan antar kedalaman ($P < 0,05$) terhadap kadar lemak *S. polycystum* (Gambar 3).

Kadar lemak *S. polycystum* pada penelitian ini serupa dengan yang dilaporkan oleh Sumandiarsa *et al.* (2020a) bahwa kadar lemak *S. polycystum* dari perairan Pulau Sebesi di Selat Sunda adalah $0,31 \pm 0,02$. Perumal *et al.* (2019) melaporkan hasil yang jauh lebih tinggi mencapai 7,6% dari *S. polycystum* dari perairan India.

Terkait dengan level kedalaman perairan, kadar lemak *S. polycystum* pada penelitian ini menunjukkan tren penurunan seiring dengan bertambahnya level kedalaman. Beberapa riset terkait juga menunjukkan tren yang sama pada beberapa jenis makroalga hasil



*simbol huruf atas yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan pada taraf uji statistik 0,05
 *(the same uppercase symbol indicates no significant difference at the statistical test level of 0,05)

Gambar3. Pengaruh level kedalaman terhadap kadar lemak *S. polycystum*

Figure 3. Effect of depth level on lipid content of S. polycystum

budidaya di beberapa level kedalaman, yaitu pada *K. alvarezii* (Hurtado-Ponce, 1995), serta pada *Ulva pertusa*, *Laminaria religiosa*, dan *Undaria pinnatifida*, *Heterochordaria abeitina* (Ito & Tsuchiya, 1977).

Hasil analisis korelasi Pearson menunjukkan adanya korelasi antara level kedalaman perairan dengan kadar lemak *S. polycystum* ($R^2 = -0,663$). Koefisien korelasi bertanda minus menunjukkan adanya korelasi negatif antara level kedalaman perairan dengan kadar lemak *S. polycystum*. Mekanisme fisiologi mengenai hal ini masih belum banyak dipelajari. Sebuah studi lama oleh Ito dan Tsuchiya (1977) melaporkan bahwa perubahan kadar lemak dan komposisinya berdasarkan level kedalaman perairan melibatkan banyak mekanisme fisiologis yang saling terkait satu sama lain. Mekanisme tersebut melibatkan proses fotosintesis, kadar karbohidrat, metabolisme lemak dan protein yang semuanya sangat kompleks. Perbedaan kondisi lingkungan terutama temperatur perairan berpengaruh terhadap perubahan tersebut.

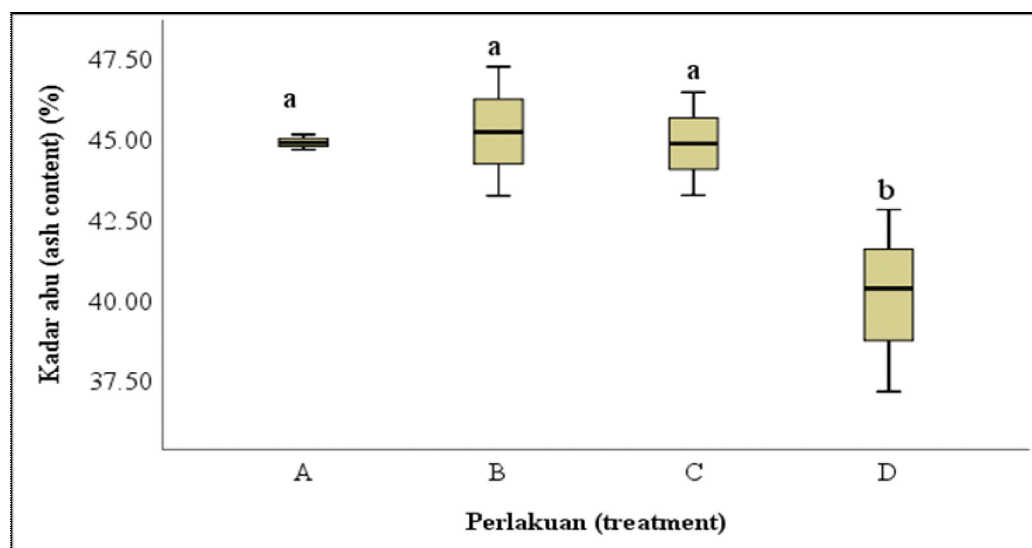
Abu

Kadar abu pada rumput laut menggambarkan kandungan mineralnya (Winarni *et al.*, 2021). Hasil analisis kandungan abu *S. polycystum* pada penelitian ini berkisar antara $40,08 \pm 2,83\%$ hingga $45,23 \pm 2,0\%$. Kadar abu tertinggi berasal dari perlakuan B. Uji ANOVA menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar level kedalaman terhadap kadar abu *S. polycystum*. Uji lanjut Tukey menunjukkan perlakuan D berbeda signifikan terhadap ketiga level kedalaman lainnya (Gambar 4)

Kadar abu *S. polycystum* pada penelitian ini tergolong tinggi dibanding beberapa laporan studi yang telah ada. Sumandiarsa *et al.* (2020a) melaporkan kadar abu *S. polycystum* perairan Pulau Sebesi Selat Sunda rata-rata mencapai $27,74 \pm 0,72$, hampir setara dengan yang dilaporkan Perumal *et al.* (2019) bahwa *S. polycystum* dari India yaitu 29%. Hasil lebih tinggi dilaporkan oleh Matanjun *et al.* (2009) bahwa *S. polycystum* dari Malaysia $42,40 \pm 0,41\%$. Meskipun bervariasi, kadar abu *S. polycystum* memang lebih tinggi dibandingkan jenis *Sargassum* lainnya (Perumal *et al.*, 2019).

Pada penelitian ini, kadar abu *S. polycystum* menunjukkan tren menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman. Analisis korelasi menunjukkan adanya korelasi negatif antara faktor level kedalaman dengan kadar abu *S. polycystum* ($R^2 = -0,625$).

Kajian level kedalaman terhadap kadar abu pada makroalga belum dibahas khusus. Sebuah studi lama terhadap beberapa jenis makroalga menunjukkan adanya penurunan kadar abu pada *U. pertusa*, *L. religiosa*, *U. pinnatifida*, dan *H. abeitina* (Ito & Tsuchiya, 1977). Tren yang berbeda dilaporkan pada studi terbaru makroalga coklat *Saccharina latissima* hasil budidaya pada level kedalaman yang menunjukkan adanya peningkatan kadar abu seiring dengan peningkatan level kedalaman. Perbedaan tersebut terkait dengan beberapa faktor yaitu musim, lokasi pengambilan sampel, arus perairan, kondisi pencahayaan sinar matahari, level karbon, proses



*simbol huruf atas yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan pada taraf uji statistik 0,05
(the same uppercase symbol indicates no significant difference at the statistical test level of 0,05)

Gambar 4. Pengaruh level kedalaman terhadap kadar abu *S. polycystum*
Figure 4. Effect of depth level on ash content of S. polycystum

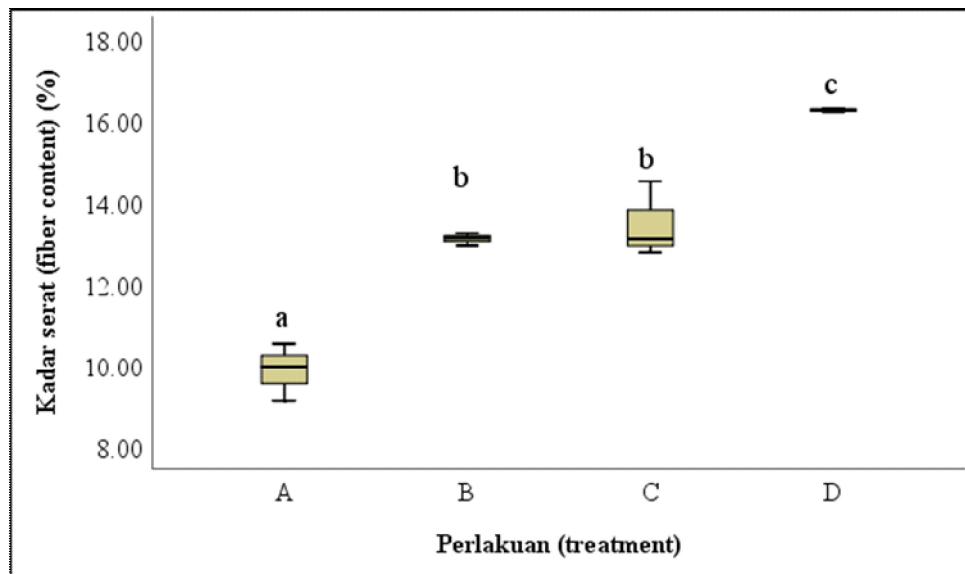
metabolisme, umur makroalga serta level kedalaman perairan (Sharma *et al.*, 2018).

Serat kasar

Kandungan serat kasar menunjukkan bagian yang tidak dapat dicerna pada rumput laut (Hurtado-Ponce, 1995). Pada penelitian ini, kandungan serat kasar *S. polycystum* berkisar antara $9,87 \pm 0,71\%$ hingga $16,25 \pm 0,04\%$. Kandungan serat tertinggi diperoleh perlakuan D (Gambar 5).

bertambahnya level kedalaman perairan (Hurtado-Ponce, 1995; Murakami *et al.*, 2016).

Perbedaan kandungan nutrisi makroalga diperoleh dari level kedalaman berbeda terjadi karena proses metabolisme yang berbeda. Kondisi dari setiap level kedalaman, terutama terkait intensitas cahaya perairan sangat mempengaruhi proses fotosintesis makroalga dan organisme akuatik secara umum (Durako *et al.*, 2003; Hanelt *et al.*, 1997). Lebih lanjut, hal tersebut



*simbol huruf atas yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan pada taraf uji statistik 0,05
 *(the same uppercase symbol indicates no significant difference at the statistical test level of 0,05)

Gambar 5. Pengaruh level kedalaman terhadap kadar serat kasar *S. polycystum*

Figure 5. Effect of depth level on crude fiber content of S. polycystum

Berdasarkan studi Matanjun *et al.* (2009); Sumandiarsa *et al.* (2020a) dan Perumal *et al.* (2019) kadar serat kasar *S. polycystum* bervariasi. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan *S. polycystum* dari perairan Asia Tenggara lainnya seperti yang dilaporkan studi sebelumnya (Matanjun *et al.*, 2009; Sumandiarsa *et al.*, 2020a), dan lebih rendah dari yang dilaporkan oleh Perumal *et al.* (2019) untuk *S. polycystum* dari perairan India.

Ada tren peningkatan kadar serat kasar *S. polycystum* seiring dengan bertambahnya level kedalaman perairan. Analisis korelasi menunjukkan korelasi yang sangat kuat antara faktor kedalaman perairan dengan kadar serat kasar *S. polycystum* ($R^2=0,943$). Pembahasan terkait dengan faktor level kedalaman terhadap kadar serat kasar *S. polycystum* belum ditemukan dari beberapa penelusuran studi. Akan tetapi, tren peningkatan kadar serat kasar pada *S. polycystum* ini berlawanan dengan beberapa laporan studi beberapa jenis makroalga lain yang dikaitkan dengan level kedalaman perairan. Kadar serat kasar beberapa jenis makroalga dilaporkan menurun dengan

dapat mempengaruhi keseluruhan proses metabolisme makroalga yang pada akhirnya juga mempengaruhi komposisi nutrisi pada makroalga. Studi terhadap *S. polycystum* dipanen dari level kedalaman ini masih perlu dikaji lebih dalam, akan tetapi informasi yang diperoleh pada penelitian ini telah memberi gambaran baru mengenai potensi *S. polycystum* di perairan Indonesia.

KESIMPULAN

Kadar alginat dan proksimat *S. polycystum* bervariasi pada level kedalaman perairan. Kandungan alginat *S. polycystum* di perairan Tabulo Selatan Gorontalo antara $9,61 \pm 0,10\%$ hingga $11,98 \pm 0,19\%$, kandungan protein antara $3,83 \pm 0,54$ hingga $5,82 \pm 0,28\%$, lemak antara $0,30 \pm 0,05\%$ hingga $0,37 \pm 0,01\%$, abu antara $40,08 \pm 2,83\%$ hingga $45,23 \pm 2,0\%$, dan serat kasar antara $9,87 \pm 0,71\%$ hingga $16,25 \pm 0,04\%$. Level kedalaman perairan berkorelasi positif dengan kadar alginat dan serat kasar, dan berkorelasi negatif dengan kadar lemak dan abu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Kementerian Kelautan dan Perikanan yang telah mendukung pelaksanaan riset ini, dan kepada Twynnugroho Hadi Wiyanto, Dwi Ayu Purwanti, serta Ilham sebagai tim teknisi yang membantu pelaksanaan kegiatan riset ini.

DAFTAR ACUAN

- Drazen, J. C. (2007). Depth related trends in proximate composition of demersal fishes in the eastern North Pacific. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 54(2), 203–219. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2006.10.007>
- Durako, M. J., Kunzelman, J. I., Kenworthy, W. J., & Hammerstrom, K. K. (2003). Depth-related variability in the photobiology of two populations of *Halophila johnsonii* and *Halophila decipiens*. *Marine Biology*, 142(6), 1219–1228. <https://doi.org/10.1007/s00227-003-1038-3>
- Ebeling, J. M., Timmons, M. B., & Bisogni, J. J. (2006). Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257(1–4), 346–358. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.03.019>
- Flórez-Fernández, N., Domínguez, H., & Torres, M. D. (2019). A green approach for alginate extraction from *Sargassum muticum* brown seaweed using ultrasound-assisted technique. *International Journal of Biological Macromolecules*, 124, 451–459. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.11.232>
- Gómez-Ordóñez, E., Jimenez-Escrig, A., & Ruperez, P. (2010). Dietary fibre and physicochemical properties of several edible seaweeds from the north-western Spanish coast. *Food Research International*, 43, 2289–2294. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.08.005>
- Hanelt, D., Melchersmann, B., Wiencke, C., & Nultsch, W. (1997). Effects of high light stress on photosynthesis of polar macroalgae in relation to depth distribution. *Marine Ecology Progress Series*, 149(1–3), 255–266. <https://doi.org/10.3354/meps149255>
- Hurtado-Ponce, A. Q. (1995). Carrageenan Properties and Proximate Composition of Three Morphotypes of *Kappaphycus alvarezii* Doty (Gigartinales, Rhodophyta) Grown at Two Depths. *Botanica Marina*, 38(1–6), 215–220. <https://doi.org/10.1515/botm.1995.38.1-6.215>
- Indrani, D. J., & Budianto, E. (2013). A study of extraction and characterization of alginates obtained from brown macroalgae *Sargassum duplicatum* and *Sargassum crassifolium* from Indonesia. *Dental Journal (Majalah Kedokteran Gigi)*, 46(2), 65. <https://doi.org/10.20473/j.djmk.v46.i2.p65-70>
- Ito, K., & Tsuchiya, Y. (1977). Differential fatty acid composition of some marine algae associated with their habitat depths. *Tohoku Journal of Agricultural Research*, 28(3), 145–150.
- Kadi, A. (2005). Beberapa catatan kehadiran marga *Sargassum* di perairan Indonesia. *Oseana*, 30(4), 19–29.
- Kantachumpoo, A. (2013). Studies on phylogeography of *Sargassum polycystum* C. Agardh in waters of Southeast Asia and Japan. *Studies on phylogeography of Sargassum polycystum C. Agardh in waters of Southeast Asia and Japan*.
- Klawonn, I., Bonaglia, S., Whitehouse, M. J., Littmann, S., Tienken, D., Kuypers, M. M. M., Brüchert, V., & Ploug, H. (2019). Untangling hidden nutrient dynamics: rapid ammonium cycling and single-cell ammonium assimilation in marine plankton communities. *ISME Journal*, 13(8), 1960–1974. <https://doi.org/10.1038/s41396-019-0386-z>
- Kok, J. M. L., & Wong, C. L. (2018). Physicochemical properties of edible alginate film from Malaysian *Sargassum polycystum* C. Agardh. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 9(March), 87–94. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2018.07.001>
- Komatsu, T., Tatsukawa, K., Filippi, J. B., Sagawa, T., Matsunaga, D., Mikami, A., Ishida, K., Ajisaka, T., Tanaka, K., Aoki, M., Wang, W. D., Liu, H. F., Zhang, S. Du, Zhou, M. D., & Sugimoto, T. (2007). Distribution of drifting seaweeds in eastern East China Sea. *Journal of Marine Systems*, 67(3–4), 245–252. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2006.05.018>
- Lachmann, S. C., Mettler-Altmann, T., Wacker, A., & Spijkerman, E. (2019). Nitrate or ammonium: Influences of nitrogen source on the physiology of a green alga. *Ecology and Evolution*, 9(3), 1070–1082. <https://doi.org/10.1002/ece3.4790>
- Matanjun, P., Mohamed, S., Mustapha, N. M., & Muhammad, K. (2009). Nutrient content of tropical edible seaweeds, *Eucheuma cottonii*, *Caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*. *Journal of Applied Phycology*, 21(1), 75–80. <https://doi.org/10.1007/s10811-008-9326-4>
- Mensi, F., Nasraoui, S., Bouguerra, S., Ben Ghedifa, A., & Chalhaf, M. (2020). Effect of Lagoon and Sea Water Depth on *Gracilaria gracilis* Growth and Biochemical Composition in the Northeast of Tunisia. *Scientific Reports*, 10(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66003-y>

- Mirza, M., Ridlo, A., & Pramesti, R. (2013). Pengaruh Perendaman Larutan KOH dan NaOH Terhadap Kualitas Alginat Rumput Laut *Sargassum polycystum* C.A. Agardh. *Journal Of Marine Research*, 2(1), 41–47. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jmr>
- Mohd Fauziee, N. A., Chang, L. S., Wan Mustapha, W. A., Md Nor, A. R., & Lim, S. J. (2021). Functional polysaccharides of fucoidan, laminaran and alginate from Malaysian brown seaweeds (*Sargassum polycystum*, *Turbinaria ornata* and *Padina boryana*). In *International Journal of Biological Macromolecules* (Vol. 167). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.11.067>
- Murakami, K., Yamaguchi, Y., Sugawa-Katayama, Y., & Katayama, M. (2016). Effect of Water Depth on Seasonal Variation in the Chemical Composition of *Akamoku*, & *Sargassum horneri* (Turner) C. Agardh. *Natural Resources*, 07(04), 147–156. <https://doi.org/10.4236/nr.2016.74015>
- Mushollaeni W. (2011). The physicochemical characteristics of sodium alginate from Indonesian brown seaweeds. *African Journal of Food Science*, 5(6), 349–352. <http://www.academicjournals.org/ajfs>
- Ngo, T. T. T., Kang, S. G., Kang, D. H., Sorgeloos, P., & Choi, K. S. (2006). Effect of culture depth on the proximate composition and reproduction of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* from Gosung Bay, Korea. *Aquaculture*, 253(1–4), 712–720. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.09.009>
- Noiraksar, T., Manthachitra, V., Buranapratheprat, A., & Komatsu, T. (2017). Growth and reproductive seasonal pattern of *Sargassum polycystum* C. Agardh (Sargassaceae, Phaeophyceae) population in Samaesarn Island, Chon Buri Province, Thailand. *Mer*, 55(1–2), 11–23. https://doi.org/10.32211/lamer.55.1-2_11
- Paul, S., Salavarría, E., Gil-Kodaka, P., & Villena, G. K. (2020). A de novo transcriptomic approach to study the influence of marine water depth in *Macrocystis pyrifera* alginate production. *Aquatic Botany*, 163(April), 103211. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2020.103211>
- Perumal, B., Chitra, R., Maruthupandian, A., & Viji, M. (2019). Nutritional assessment and bioactive potential of *Sargassum polycystum* c. agardh (brown seaweed). *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 48(4), 492–498.
- Phillips, N., & Fredericq, S. (2000). Biogeographic and phylogenetic investigations of the pantropical Genus *Sargassum* (Fucales, Phaeophyceae) with respect to Gulf of Mexico Species. *Gulf of Mexico Science*, 2, 77–87.
- Ramu Ganesan, A., Subramani, K., Shanmugam, M., Seedeve, P., Park, S., Alfarhan, A. H., Rajagopal, R., & Balasubramanian, B. (2020). A comparison of nutritional value of underexploited edible seaweeds with recommended dietary allowances. *Journal of King Saud University - Science*, 32(1), 1206–1211. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2019.11.009>
- Saraswathi, S. J., Babu, B., & Rengasamy, R. (2003). Seasonal studies on the alginate and its biochemical composition I: *Sargassum polycystum* (Fucales), Phaeophyceae. *Phycological Research*, 51(4), 240–243. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1835.2003.tb00191.x>
- Sharma, S., Neves, L., Funderud, J., Mydland, L. T., Øverland, M., & Horn, S. J. (2018). Seasonal and depth variations in the chemical composition of cultivated *Saccharina latissima*. *Algal Research*, 32(March), 107–112. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2018.03.012>
- Skriptsova, A., Khomenko, V., & Isakov, V. (2004). Seasonal changes in growth rate, morphology and alginate content in *Undaria pinnatifida* at the northern limit in the Sea of Japan (Russia) Anna. *Journal of Applied Phycology*, 16, 17–21. <https://doi.org/10.1023/B>
- Sulastri, Henny, C., & Nomosatryo, S. (2019). Keanekaragaman Fitoplankton dan Status Trofik Perairan Danau Maninjau di Sumatera Barat, Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 5(2), 242–250. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050217>
- Sumandiarsa, I. K., Bengen, D. G., Santoso, J., & Januar, H. I. (2020a). Nutritional composition and alginate characteristics of *Sargassum polycystum* (C. Agardh, 1824) growth in Sebesi island coastal, Lampung-Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 584(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/584/1/012016>
- Sumandiarsa, I. K., Bengen, D. G., Santoso, J., & Januar, H. I. (2020b). The relationship between trace elements and the abundance and nutrient contents of *Sargassum polycystum* in different morphogenesis of islands and seasonal variations in Western Indonesian waters. *AAEL Bioflux*, 13(5), 3144–3154.
- Uitz, J., Claustre, H., Morel, A., & Hooker, S. B. (2006). Vertical distribution of phytoplankton communities in open ocean: An assessment based on surface chlorophyll. *Journal of Geophysical Research*:

- Oceans*, 111(8). <https://doi.org/10.1029/2005JC003207>
- Wahyuningsih, S., & Gitarama, A. M. (2020). Amonia pada sistem budidaya ikan. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 5(2), 112–125.
- Winarni, S., Zainuri, M., Endrawati, H., Arifan, F., Setyawan, A., & Wangi, A. P. (2021). Analysis proximate of sargassum seaweed sp. *Journal of Physics: Conference Series*, 1943(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1943/1/012173>