

## KANDUNGAN PROTEIN DAN KARBOHIDRAT PADA MAKROALGA DI PANTAI SEPANJANG, YOGYAKARTA

### *PROTEIN AND CARBOHYDRATE CONTENT OF MACROALGAE AT SEPANJANG BEACH, YOGYAKARTA*

Heny Budi Setyorini<sup>1\*</sup> & Amallia Puspitasari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Sumber Daya Alam,  
Institut Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, 55171, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri,  
Institut Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, 55172, Indonesia

\*E-mail: [henybudis@ity.ac.id](mailto:henybudis@ity.ac.id)

#### ABSTRACT

*Protein and carbohydrate content in macroalgae are required to optimize the utilization of macroalgae from Sepanjang Beach. This study aims to determine the protein and carbohydrate content of macroalgae at Sepanjang Beach, Yogyakarta. This research was conducted in August-September 2020. The research materials included macroalgae of *Ulva lactuta*, *Palmaria palmata*, *Sargassum crassifolium*, *Gelidium spinosum*, *Gelidiella acerosa*, and *Gracilaria verrucosa*. The macroalgae was collected by purposive sampling in the intertidal zone of Sepanjang Beach. The protein content was analyze by Biuret method, while the carbohydrate content by the difference method. Results showed that the highest protein and carbohydrate content was found in *G. spinosum* in central part of Sepanjang Beach at 3.08% and 19.38%, respectively. Based on these results, *G. spinosum* has the potential to be developed in various processed products with further research.*

**Keywords:** *analysis proximate, Gunungkidul, intertidal zone, macroalgae, processed products*

#### ABSTRAK

Kandungan protein dan karbohidrat pada makroalga diperlukan untuk mengoptimalkan pemanfaatan makroalga di Pantai Sepanjang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan protein dan karbohidrat pada makroalga di Pantai Sepanjang, Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus-September 2020 di Pantai Sepanjang, Yogyakarta. Materi penelitian ini meliputi makroalga jenis *Ulva lactuta*, *Palmaria palmata*, *Sargassum crassifolium*, *Gelidium spinosum*, *Gelidiella acerosa*, dan *Gracilaria verrucosa*. Sampel makroalga secara *purposive sampling* pada zona intertidal Pantai Sepanjang. Analisis kandungan protein menggunakan metode *Biuret*, sedangkan analisis kandungan karbohidrat menggunakan metode *by difference*. Hasil menunjukkan bahwa kandungan protein dan karbohidrat tertinggi terdapat pada *G. spinosum* di bagian tengah Pantai Sepanjang masing-masing sebesar 3,08% dan 19,38%. Berdasarkan hasil tersebut, *G. spinosum* memiliki potensi untuk dikembangkan dalam berbagai produk olahan dengan penelitian lebih lanjut.

**Kata Kunci:** analisis proksimat, Gunungkidul, makroalga, produk olahan, zona intertidal

#### I. PENDAHULUAN

Kemampuan makroalga dalam melakukan proses fotosintesis mengakibatkan makroalga kaya akan kandungan nutrisi termasuk protein dan karbohidrat. Leandro *et al.* (2020) menyampaikan bahwa kandungan karbohidrat pada beberapa spesies makroalga bisa mewakili lebih dari 50% berat kering-

nya, dan memiliki peran penting sebagai cadangan fotosintesis sekaligus sebagai osmoregulator. Sebagai komponen utama dalam makroalga, protein dan karbohidrat juga diketahui memiliki banyak peran penting bagi kesehatan manusia. Sebagaimana penjelasan Rosemary *et al.* (2019) bahwa protein yang berasal dari makroalga memiliki aktivitas anti bakteri,

antioksidan, imunostimulasi, antitrombotik dan anti peradangan. Selanjutnya Shannon & Abu-Ghannam (2019) juga menyampaikan bahwa penambahan *Phaeophyceae* segar ke dalam makanan dapat mengontrol kandungan glukosa darah bagi penderita diabetes tipe 2. Ahmed *et al.* (2014) juga menyampaikan polisakarida dari karbohidrat yang terkandung dalam makroalga memiliki peranan penting dalam berbagai bidang terutama farmasi, produksi pangan, dan kosmetik. Ahmed *et al.* (2014) menyampaikan lebih lanjut bahwa polisakarida tersulfasi dari makroalga juga diketahui berpotensi dalam sistem pembekuan darah, aktivitas antivirus, antioksidan, antikanker, imunomodulasi, dan antilipidepik.

Besaran nilai kandungan protein dan karbohidrat, sekaligus peranan penting kedua komponen tersebut sering menjadi dasar pemanfaatan makroalga di berbagai bidang. Sebagai contoh, makroalga jenis *Sargassum* diketahui memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan pangan yang bermanfaat bagi kesehatan manusia dikarenakan tingginya kandungan protein, kaya akan serat, rendahnya kandungan lemak, dan tingginya kandungan abu (Salosso, 2019). *Gracilaria edulis* dan *Gracilaria corticata* berpotensi sebagai suplemen makanan dan dapat digunakan sebagai sumber bahan utama dalam bidang industri pangan karena tingginya kandungan nilai gizi (Rosemary *et al.*, 2019). Kandungan protein pada *Ulva* sp. dan *Gracilaria* sp. sebesar 70% dan 86% dalam bentuk konsentrat protein mentah sehingga berpotensi sebagai sumber asam amino esensial dan bermanfaat bagi manusia (Kazir *et al.*, 2019). Kandungan *protein hydrolysate* (PPPH) dari *Palmaria palmata* berpotensi sebagai antidiabetes yang kuat (McLaughlin *et al.*, 2020).

Beberapa jenis makroalga diketahui tumbuh sepanjang tahun pada zona intertidal Pantai Sepanjang. Masyarakat sekitar Pantai Sepanjang secara rutin juga telah memanen makroalga kemudian diolah dalam bentuk produk olahan. Penelitian yang telah

mengkaji kandungan protein dan karbohidrat dalam makroalga di Pantai Sepanjang antara lain kandungan protein dan karbohidrat yang berasal dari bubuk kering *Sargassum hystrix* di Pantai Sepanjang Lailatussifa *et al.* (2017) dan kandungan protein dan karbohidrat pada *Ulva* sp. di Pantai Sepanjang Jatmiko *et al.* (2019).

Mengacu pada uraian di atas, maka kandungan protein dan karbohidrat pada makroalga di Pantai Sepanjang menjadi penting untuk diketahui. Hal ini diperlukan sebagai dasar dalam pengembangan berbagai produk dari makroalga di Pantai Sepanjang. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kandungan protein dan karbohidrat pada makroalga di Pantai Sepanjang.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel makroalga di Pantai Sepanjang, Yogyakarta dilakukan pada akhir bulan Agustus, sedangkan analisis kandungan protein dan karbohidrat pada awal September 2020 di Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Semarang, Semarang.

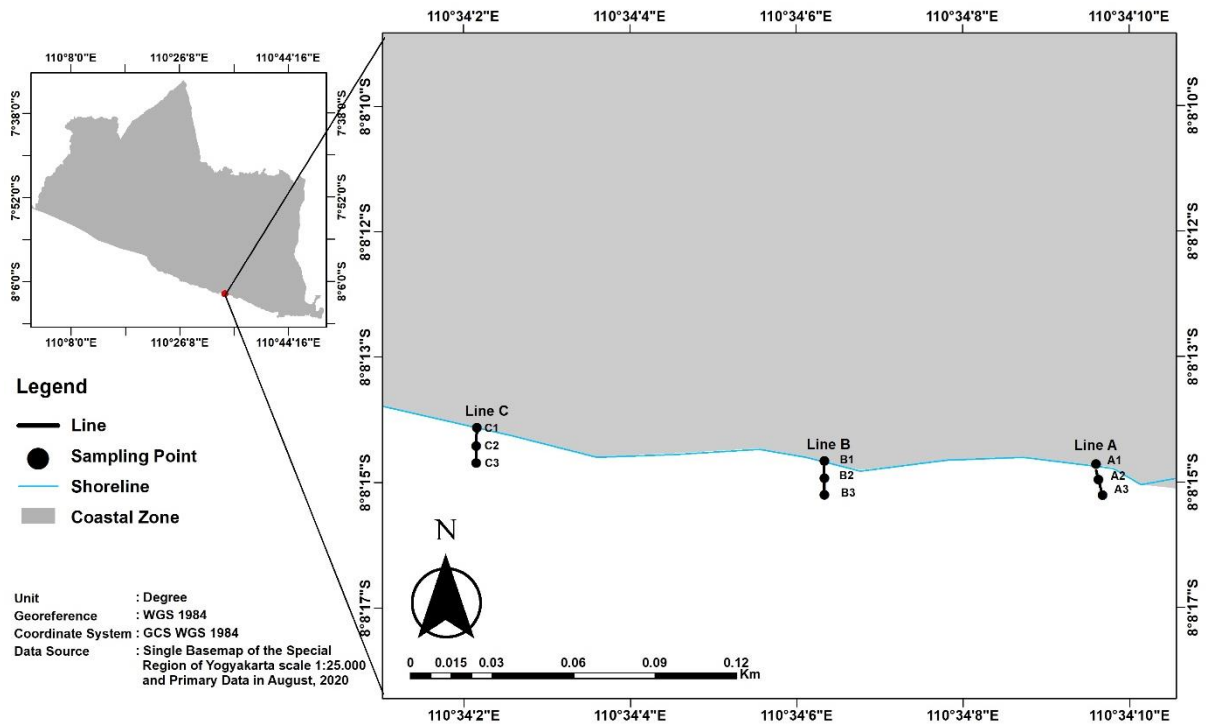
### 2.2. Prosedur dan Analisis Data

#### 2.2.1. Pengambilan Sampel

Materi penelitian ini meliputi makroalga jenis *U. lactuta*, *P. palmata*, *S. crassifolium*, *G. spinosum*, *G. acerosa*, dan *G. verrucosa* yang ditemukan di lokasi pada saat penelitian dilakukan. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksploratif. Pengambilan sampel makroalga dilakukan dengan *purposive sampling* pada zona intertidal mulai bagian timur hingga barat Pantai Sepanjang. Sampel makroalga diambil menggunakan transek garis sepanjang 10 m, dan transek kuadran dengan ukuran 1x1 m.

#### 2.2.2. Analisis Kandungan Protein dan Karbohidrat

Analisis kandungan protein menggunakan metode *Biuret*. Hal ini mengacu



Gambar 1. Lokasi penelitian dan pengambilan sampel makroalga di Pantai Sepanjang.

pada Fiset *et al.* (2017). Pembuatan kurva standar dilakukan dengan memasukkan larutan protein standar ke dalam tabung reaksi masing-masing sebanyak 0 ml; 0,1 ml; 0,2 ml; 0,4 ml; 0,6 ml; 0,8 ml dan 1,0 ml. Selanjutnya menambahkan air hingga masing-masing larutan mencapai volume 6 ml. Tahap berikutnya menambahkan sebanyak 4 ml pereaksi *Biuret* hingga tercampur secara merata dan didiamkan selama 10 menit hingga terbentuk warna ungu yang sempurna pada masing-masing larutan. Pengukuran absorbansi dilakukan menggunakan Spektrofotometer dengan panjang gelombang 520 m. Pembuatan kurva kalibrasi antara absorbansi dengan konsentrasi larutan dilakukan menggunakan *excel*. Preparasi makroalga dilakukan dengan mengambil sebanyak 10 g masing-masing sampel dalam keadaan segar yang telah dihaluskan sebelumnya. Selanjutnya mengencerkan sampel makroalga dengan aquades hingga volume mencapai 100 ml, kemudian disaring dan diambil filtratnya. Analisis dilanjutkan dengan mengambil filtrat sebanyak 1 ml dan pereaksi *Biuret* sebanyak

4 ml kemudian ditambahkan dengan aquades hingga larutan mencapai volume 5 ml. Larutan didiamkan selama 10 menit hingga berwarna ungu. Pengukuran absorbansi kandungan protein pada masing-masing sampel juga dilakukan menggunakan Spektrofotometer dengan panjang gelombang 520 m. Penentuan konsentrasi protein dilakukan menggunakan kurva standar dan nilai absorbansi. Selanjutnya persentase kandungan protein dalam sampel menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kandungan protein (\%)} = \text{konsentrasi protein} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Analisis kandungan karbohidrat menggunakan metode *by difference*. Hal ini mengacu pada Gazali *et al.* (2018); Jatmiko *et al.* (2019); Ma'ruf *et al.* (2013); Manteu *et al.* (2018); Salosso *et al.* (2020); Yudiati *et al.* (2020). Perhitungan kandungan karbohidrat sebagai berikut:

$$\text{Kandungan karbohidrat (\%)} = 100\% - (\text{kandungan protein (\%)} + \text{kandungan lemak})$$

(%) + kandungan air (%) + kandungan abu (%)).....(2)

kan hasil tersebut, kandungan protein dan karbohidrat masing-masing berkisar 1,100-3,085% dan 5,101-19,378%. Kandungan protein dan karbohidrat tertinggi terdapat pada makroalga jenis *G. spinosum* yang berada di bagian tengah, sedangkan kandungan terendah terdapat pada *S. crassifolium* di bagian timur Pantai Sepanjang.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

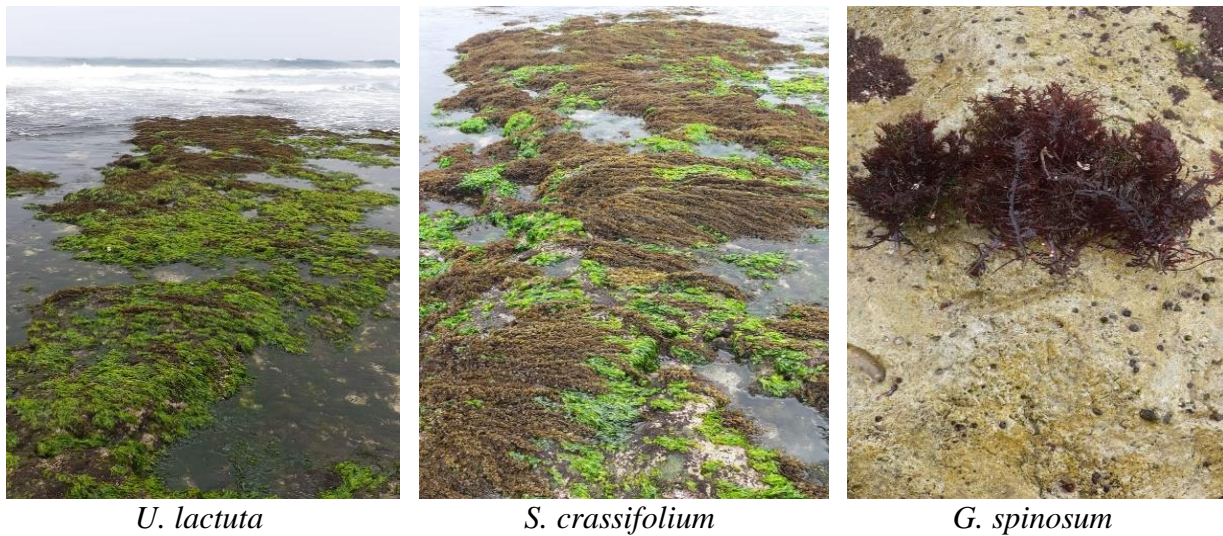
**3.1. Hasil**

Hasil analisis kandungan protein dan karbohidrat pada makroalga di Pantai Sepanjang tercantum pada Tabel 1. Berdasar-

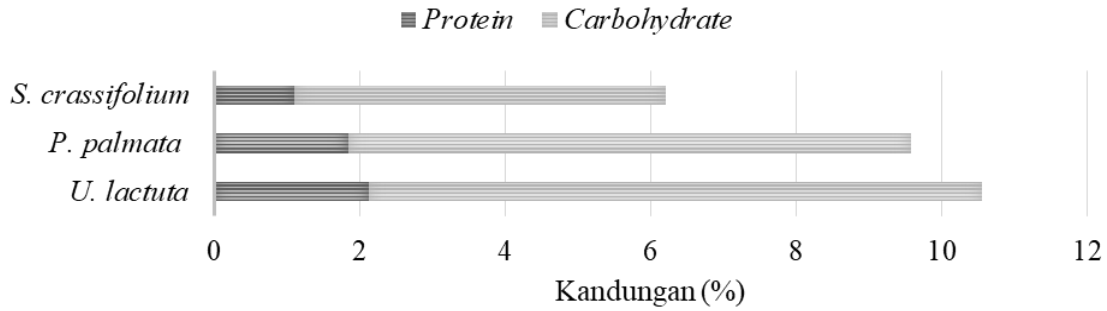
Tabel 1. Kandungan protein dan karbohidrat makroalga di Pantai Sepanjang.

Nama Spesies	Kandungan (%)				
	Protein	Karbohidrat	Lemak*	Air*	Abu*
<i>U. lactuta</i>	2.119	8.432	0.103	80.630	8.715
<i>P. palmata</i>	1.836	7.741	0.160	85.840	4.423
<i>S. crassifolium</i>	1.100	5.101	0.129	89.460	4.210
<i>G. spinosum</i>	3.085	19.378	0.114	71.910	5.513
<i>G. acerosa</i>	2.041	12.798	0.142	79.350	5.669
<i>U. lactuta</i>	1.349	8.004	0.174	83.720	6.752
<i>G. verrucosa</i>	1.910	10.462	0.100	79.960	7.568
<i>G. acerosa</i>	1.917	13.724	0.106	77.990	6.263
<i>U. lactuta</i>	1.573	6.955	0.165	85.470	5.837

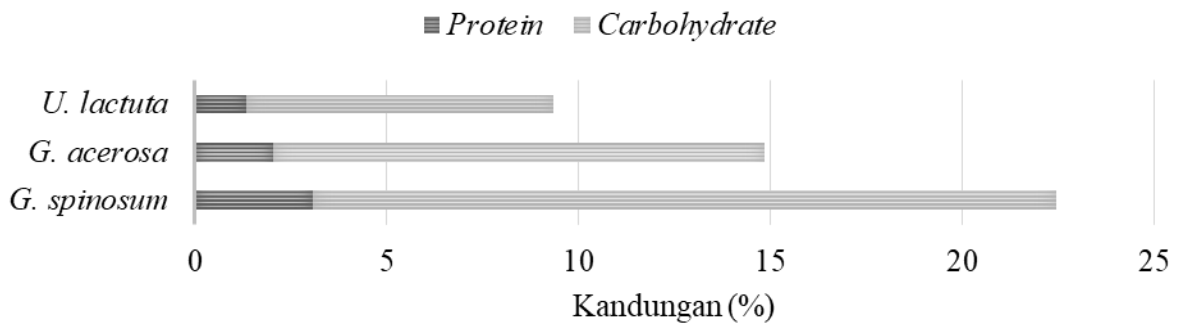
\*: Setyorini & Puspitasari (2021).



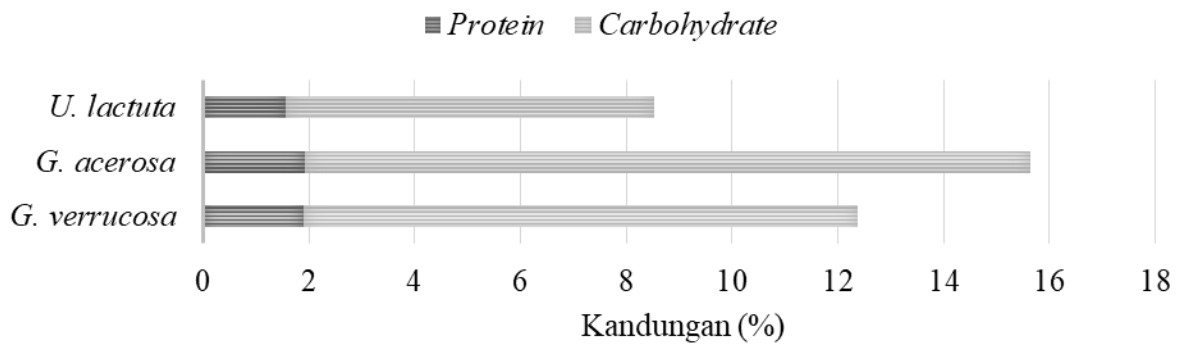
Gambar 2. Berbagai jenis makroalga di Pantai Sepanjang.



Gambar 3. Kandungan protein dan karbohidrat makroalga di bagian timur Pantai Sepanjang.



Gambar 4. Kandungan protein dan karbohidrat makroalga di bagian tengah Pantai Sepanjang.



Gambar 5. Kandungan protein dan karbohidrat makroalga di bagian tengah Pantai Sepanjang.

### 3.2. Pembahasan

Hasil penelitian ini lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian Lailatussifa *et al.* (2017) kandungan protein menggunakan metode AOAC (1984) pada *Sargassum hystrix* di Pantai Sepanjang sebesar  $6,54 \pm 0,04\%$  dalam keadaan bubuk kering, dan hasil penelitian Jatmiko *et al.* (2019) kandungan protein dan karbohidrat dengan metode AOAC (1995) dan *by difference* pada *Ulva* sp. di Pantai Sepanjang dalam kondisi kering masing-masing berkisar  $9,24 \pm 0,31\%$  dan  $49,09 \pm 3,99\%$ . Namun, hasil

penelitian ini serupa dengan hasil penelitian Gazali *et al.* (2018) terutama untuk kandungan protein, diketahui bahwa kandungan protein dan karbohidrat dengan metode AOAC (2005) dalam sampel kering *Sargassum* sp. di Pantai Lhok Bubon, Kabupaten Aceh Barat sebesar  $2,53 \pm 0,15\%$  dan  $23,77\%$ . Hasil penelitian Dewinta *et al.* (2020) juga menunjukkan kandungan protein dan karbohidrat yang dianalisis menggunakan metode SNI 01-2354.4-2006 dan AOAC (2005) pada *Sargassum cristaefolium* dan *Sargassum crassifolium* di

Pulau Pane, Tapanuli tengah dalam keadaan kering masing-masing sebesar 8,54% dan 6,21% untuk protein, dan 7,25% dan 3,79% untuk karbohidrat. Selanjutnya hasil penelitian Salosso *et al.* (2020) juga menunjukkan kandungan protein dan karbohidrat dengan metode AOAC (2005) dan *by difference* pada sampel kering makroalga *Padina australis* di Pantai Kelapa Lima, Teluk Kupang sebesar 13,89% dan 11,21%.

Berdasarkan hasil penelitian ini, diketahui kandungan protein tertinggi terdapat pada *Rhodophyceae* terutama *G. spinosum* di bagian tengah Pantai Sepanjang sebesar 3,085%, kemudian diikuti *Chlorophyceae* terutama *U. lactuta* di bagian timur Pantai Sepanjang sebesar 2,119%, dan terendah pada *Phaeophyceae* terutama *S. crassifolium* di bagian timur Pantai Sepanjang sebesar 1,100%. Hal ini sesuai dengan penjelasan Černá (2011) bahwa kandungan protein tertinggi terdapat pada *Rhodophyceae*, sedangkan kandungan pada *Chlorophyceae* lebih rendah, dan kandungan terendah terdapat pada *Phaeophyceae*. Tulisan Øverland *et al.* (2019) telah merangkum kandungan air pada *Chlorophyceae*, *Rhodophyceae* dan *Phaeophyceae* masing-masing berkisar 780-920 g/kg, 720-910 g/kg, dan 780-920 g/kg, sedangkan kandungan protein secara berurutan sebesar 32-352 g/kg, 64-376 g/kg, dan 24-168 g/kg dalam keadaan mentah. Begitu pula dengan hasil penelitian Lourenço *et al.* (2002) menunjukkan kandungan protein pada *Phaeophyceae* (*Chnoospora minima*) sebesar 10,8% dan *Rhodophyceae* (*Aglaothamnion uru-guayense*) sebesar 23,1% dalam keadaan berat kering. Selanjutnya hasil penelitian Dawczynski *et al.* (2007) juga menunjukkan kandungan protein murni pada produk makroalga sangat bervariasi, pada *Rhodophyceae* berkisar 26,6±6,3 g/100 g, sedangkan pada *Phaeophyceae* berkisar 12,9±6,2 g/100 g dalam kondisi semi kering. Rodrigues *et al.* (2015) turut merekomendasikan kandungan

protein pada makroalga jenis *Chlorophyceae* berkisar 10-30%.

Perbedaan kandungan protein pada makroalga dipengaruhi oleh jenis dan habitat makroalga (Ma'ruf *et al.*, 2013), musim (Polat & Ozogul, 2013), kualitas air (Marinho-Soriano *et al.*, 2006), metode penelitian (Øverland *et al.*, 2019), dan kandungan asam amino (Salosso *et al.*, 2020). Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian Ma'ruf *et al.* (2013) menunjukkan adanya perbedaan kandungan protein dan karbohidrat pada *Caulerpa racemosa* dari perairan Kabupaten Jepara masing-masing berkisar 21,730±5,165% dan 48,679±7,419%, sedangkan untuk *Gracilaria verrucosa* yang diambil dari tambak dengan substrat berlumpur lebih tinggi dibanding dari substrat berpasir, yakni berkisar 4,608±0,402% dan 72,495±1,907%. Hasil penelitian Polat & Ozogul (2013) menunjukkan kandungan protein pada sampel makroalga di bagian timur Pantai Mediterania cenderung tinggi pada musim dingin dan semi, sedangkan pada musim panas cenderung rendah dengan kandungan terendah terdapat pada makroalga jenis *Laurencia papillosa* sebesar 0,80±0,33%, sedangkan tertinggi pada *Spyridia filamentosa* sebesar 2,81±0,03% dalam keadaan berat basah. Hasil penelitian Marinho-Soriano *et al.* (2006) menunjukkan kandungan protein berkorelasi positif dengan kandungan nitrogen, namun berkorelasi negatif dengan suhu perairan dan salinitas. Selanjutnya hasil penelitian Salosso *et al.* (2020) menunjukkan kandungan asam amino total pada sampel makroalga *P. australis* sebesar 8,54% terdiri dari asam aspartat, asam glutamat, serin, histidin, glisin, treonin, arginin, alanin, tirosin, metionin, valin, fenilalanin, I-leusin, leusin, dan lisin. Analisis kandungan protein pada sampel makroalga dalam kondisi basah ataupun kering turut memengaruhi hasil. Shannon & Abu-Ghannam (2019) menjelaskan lebih lanjut bahwa kandungan protein yang terdapat di dalam makroalga berkisar 5-47%

dari berat kering makroalga tersebut.

Rendahnya kandungan protein dalam penelitian ini terkait dengan umur makroalga cenderung masih muda, dan waktu pengambilan makroalga pada musim kemarau. Øverland *et al.* (2019) menjelaskan lebih lanjut bahwa rendahnya kandungan protein dalam makroalga disebabkan oleh sulitnya ekstraksi beberapa protein dari makroalga terutama untuk metode yang berbasis spektroskopi, dan adanya kandungan pigmen warna dalam makroalga sehingga dapat memengaruhi hasil pengukuran. Tantangan utama dalam ekstraksi protein pada makroalga adalah dinding sel polisakarida dan matriks ekstraseluler yang kompleks pada masing-masing spesies (Øverland *et al.*, 2019). Meskipun kandungan protein dalam penelitian ini rendah, makroalga di Pantai Sepanjang dapat dikembangkan dalam berbagai produk olahan. Hal ini sesuai dengan penjelasan Shannon & Abu-Ghannam (2019) bahwa makroalga dapat direkomendasikan sebagai sumber protein tinggi seperti kedelai atau mikoprotein.

Perbedaan kandungan karbohidrat pada makroalga lebih dipengaruhi oleh spesies dan habitat (Salosso *et al.*, 2020), kandungan serat (Gazali *et al.*, 2018), kedalaman perairan Safia *et al.* (2020), kualitas air terutama salinitas, suhu dan intensitas cahaya matahari (Torres *et al.*, 2019). Hasil penelitian Rosemary *et al.* (2019) menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat *Gracilaria corticata* sebesar  $8,30 \pm 1,89\%$  lebih tinggi dibanding *Gracilaria edulis* sebesar  $4,71 \pm 0,60\%$  dalam keadaan kering. Hasil penelitian Safia *et al.* (2020) menunjukkan kandungan karbohidrat dalam *Euchema cottonii* yang dibudidayakan menggunakan metode rakit gantung pada kedalaman 1 m sebesar  $25,50 \pm 6,06\%$  lebih tinggi dibanding yang dibudidayakan pada kedalaman 0,5 m dan 2 m. Hal ini menegaskan bahwa kedalaman perairan memengaruhi dengan laju fotosintesis pada

makroalga yang secara berkelanjutan juga memengaruhi senyawa-senyawa penyusun karbohidrat sebagai produk fotosintesis (Safia *et al.*, 2020).

Polisakarida dan monosakarida merupakan penyusun utama karbohidrat dalam berbagai jenis makroalga. Hasil penelitian Øverland *et al.* (2019) menunjukkan adanya perbedaan kandungan polisakarida dan monosakarida pada *Chlorophyceae*, *Rhodophyceae* dan *Phaeophyceae*, kandungan polisakarida pada *Chlorophyceae* (ulvan, mannan, galaktan, xilan, pati, selulosa, dan lignin), *Rhodophyceae* (karagenan, agar, glukon, selulosa, lignin, dan funoran) dan *Phaeophyceae* (alginat, laminarin, fukoidan, selulosa, dan manitol), sedangkan kandungan monosakarida pada *Chlorophyceae* (glukosa, manosa, rhamnosa, xilosa, asam uronat, dan asam glukuronat), *Rhodophyceae* (glukosa, galaktosa, dan agarosa) dan *Phaeophyceae* (glukosa, galaktosa, fukosa, xilosa, asam uronat, asam manuronat, asam guluronat, dan asam glukuronat).

Jönsson *et al.* (2020) mengungkapkan lebih lanjut bahwa kandungan polisakarida yang dapat dimanfaatkan dari *Rhodophyceae* antara lain selulosa, karagenan, dan agar yang telah diaplikasikan dalam bidang industri, pada *Phaeophyceae* meliputi fukoidan, alginat, dan laminarin, sedangkan pada *Chlorophyceae* hanya ulvan. Jönsson *et al.* (2020) juga menjelaskan tentang tiga jenis karagenan yang bernilai komersial antara lain karagenan kappa ( $\kappa$ ), iota ( $\iota$ ) dan lambda ( $\lambda$ ), sedangkan alginat banyak digunakan dalam industri farmasi. Berbeda dengan selulosa yang merupakan jenis polisakarida non-nutrisi sehingga tidak dapat dicerna, berfungsi memberikan struktur pada dinding sel makroalga, dan nilainya berkisar 2-10% dari total polisakarida (Shannon & Abu-Ghannam, 2019). Kandungan polisakarida total dalam makroalga kering berkisar 4-76% (Paniagua-Michel *et al.*, 2014).

#### IV. KESIMPULAN

Sampel makroalga *G. spinosum* yang berada di bagian tengah Pantai Sepanjang memiliki kandungan protein dan karbohidrat tertinggi masing-masing sebesar 3,08% dan 19,38% dalam kondisi berat basah. *G. spinosum* berpotensi untuk dikembangkan dalam berbagai produk olahan melalui penelitian lebih lanjut.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset Brin Republik Indonesia atas pendanaan penelitian dengan skema Hibah Penelitian Dosen Pemula Tahun Anggaran 2020. Institut Teknologi Yogyakarta atas dukungan dalam penelitian ini. Dinas Pariwisata, Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Gunungkidul atas pemberian izin penelitian, dan seluruh pihak yang telah membantu dalam penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, A.B.A., M. Adel, P. Karimi, & M. Peidayesh. 2014. Chapter ten - pharmaceutical, cosmeceutical, and traditional applications of marine carbohydrates. *Advances in Food and Nutrition Research*, 73: 197–220. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800268-1.00010-X>
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1984. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14<sup>th</sup> edition. AOAC International. Arlington, VA. 121 p.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1995. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16<sup>th</sup> edition. AOAC International. Arlington, VA. 2 vols.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18<sup>th</sup> edition. AOAC International. Gaithersburg, Md. 1 vol.
- Černá, M. 2011. Seaweed proteins and amino acids as nutraceuticals. *Advances in Food and Nutrition Research*, 64: 297–312. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387669-0.00024-7>
- Dawczynski, C., R. Schubert, & G. Jahreis. 2007. Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chemistry*, 103(3): 891–899. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.041>
- Dewinta, A.F., I.E. Susetya, & M. Suriani. 2020. Nutritional profile of *Sargassum* sp. from Pane Island, Tapanuli Tengah as a component of functional food. *J. of Physics: Conference Series*, 1542: 1–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1542/1/012040>
- Fiset, C., J. Liefer, A.J. Irwin, & Z.V. Finkel. 2017. Methodological biases in estimates of macroalgal macromolecular composition. *Limnol. Oceanogr: Methods*, 15(7): 618–630. <https://doi.org/10.1002/lom3.10186>
- Gazali, M., N. Nurjanah, & N.P. Zamani. 2018. Eksplorasi senyawa bioaktif alga cokelat *Sargassum* sp. Agardh sebagai antioksidan dari Pesisir Barat Aceh. *J. Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1): 167. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21543>
- Jatmiko, T.H., D.J. Prasetyo, C.D. Poeloengasih, Hernawan, & Y. Khasanah. 2019. Nutritional evaluation of *Ulva* sp. from Sepanjang Coast, Gunungkidul, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 251(1): 012011. <https://doi.org/10.1088/1755->



- 1315/251/1/012011
- Jönsson, M., L. Allahgholi, R.R.R. Sardari, G.O. Hreggviðsson, & E.N. Karlsson. 2020. Extraction and modification of macroalgal polysaccharides for current and next-generation applications. *Molecules*, 25(930): 1–29.  
<https://doi.org/10.3390/molecules25040930>
- Kazir, M., Y. Abuhassira, A. Robin, O. Nahor, J. Luo, A. Israel, A. Golberg, Y.D. Livney. 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 concentrates. *Food Hydrocolloids*, 87: 194–203.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.07.047>
- Lailatussifa, R., A. Husni, & A. Isnansetyo. 2017. Antioxidant activity and proximate analysis of dry powder from brown seaweed *Sargassum hystrix*. *J. Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 19(1): 29–37.  
<https://doi.org/10.22146/jfs.23885>
- Leandro, A., D. Pacheco, J. Cotas, J.C. Marques, L. Pereira, & A.M.M. Gonçalves. 2020. Seaweed's bioactive candidate compounds to food industry and global food security. *Life*, 10(140): 1–37.  
<https://doi.org/10.3390/life10080140>
- Lourenço, S.O., E. Barbarino, J.C. De-Paula, L.O. da S. Pereira, & U.M.L. Marquez. 2002. Amino acid composition, protein content and calculation of nitrogen-to-protein conversion factors for 19 tropical seaweeds. *Phycological Research*, 50(3): 233–241.  
<https://doi.org/10.1046/j.1440-1835.2002.00278.x>
- Ma'ruf, W.F., R. Ibrahim, E.N. Dewi, E. Susanto, & U. Amalia. 2013. Profil rumput laut *Caulerpa racemosa* dan *Gracilaria verrucosa* sebagai edible food. *J. Saintek Perikanan*, 9(1): 68–74.  
<https://doi.org/10.14710/ijfst.9.1.68-74>
- Manteu, S.H., Nurjanah, & T. Nurhayati, T. 2018. Karakteristik rumput laut coklat (*Sargassum polycystum* dan *Padina minor*) dari Perairan Pohuwato Provinsi Gorontalo. *J. Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(3): 396–405.  
<https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i3.24709>
- Marinho-Soriano, E., P.C. Fonseca, M.A.A. Carneiro, & W.S.C. Moreira. 2006. Seasonal variation in the chemical composition of two tropical seaweeds. *Bioresource Technology*, 97(18): 2402–2406.  
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.10.014>
- McLaughlin, C.M., S.J. Sharkey, P. Harnedy-Rothwell, V. Parthasarathy, P.J. Allsopp, E.M. McSorley, R.J. FitzGerald, F.P.M. O'Harte. 2020. Twice daily oral administration of *Palmaria palmata* protein hydrolysate reduces food intake in streptozotocin induced diabetic mice, improving glycaemic control and lipid profiles. *J. of Functional Foods*, 73: 104101.  
<https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104101>
- Øverland, M., L.T. Mydland, & A. Skrede. 2019. Marine macroalgae as sources of protein and bioactive compounds in feed for monogastric animals. *J. of the Science of Food and Agriculture*, 99(1): 13–24.  
<https://doi.org/10.1002/jsfa.9143>
- Paniagua-Michel, J.de J., J. Olmos-Soto, & E.R. Morales-Guerrero. 2014. Algal and microbial exopolysaccharides: new insights as biosurfactants and bioemulsifiers. *Advances in Food and Nutrition Research*, 73: 221–257.

- <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800268-1.00011-1>
- Polat, S., & Y. Ozogul. 2013. Seasonal proximate and fatty acid variations of some seaweeds from the Northeastern Mediterranean Coast. *Oceanologia*, 55(2): 375–391.  
<https://doi.org/10.5697/oc.55-2.375>
- Rodrigues, D., A.C. Freitas, L. Pereira, T.A.P. Rocha-Santos, M.W. Vasconcelos, M. Roriz, L.M. Rodríguez-Alcalá, A.M.P. Gomes, A.C. Duarte. 2015. Chemical composition of red, brown and green macroalgae from Buarcos bay in Central West Coast of Portugal. *Food Chemistry*, 183: 197–207.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.057>
- Rosemary, T., A. Arulkumar, S. Paramasivam, A. Mondragon-Portocarrero, & J.M. Miranda. 2019. Biochemical, micronutrient and physicochemical properties of the dried red seaweeds *Gracilaria edulis* and *Gracilaria corticata*. *Molecules*, 24(2225): 1–14.  
<https://doi.org/10.3390/molecules24122225>
- Safia, W., Budiyanti, & Musrif. 2020. Kandungan nutrisi dan senyawa bioaktif rumput laut (*Euchema cottonii*) yang dibudidayakan dengan teknik rakit gantung pada kedalaman berbeda. *J. Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(2): 261–271.  
<https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i2.29460>
- Salosso, Y. 2019. Nutrient and alginate content of macroalgae *Sargassum* sp. from Kupang Bay Waters, East Nusa Tenggara, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 12(6): 2130–2136.  
<http://www.bioflux.com.ro/docs/2019.2130-2136.pdf>
- Salosso, Y., S. Aisiah, L.N.L. Toruan, & W. Pasaribu. 2020. Nutrient content, active compound, and antibacterial activity of *Padina australis* against *Aeromonas hydrophilla*. *Pharmacognosy J.*, 12(4): 771–776.  
<https://doi.org/10.5530/pj.2020.12.110>
- Setyorini, H.B. & Puspitasari, A. 2021. Fat, water and ash content in *Chlorophyceae*, *Rhodophyceae* and *Phaeophyceae* macroalgae at Sepanjang Beach, Yogyakarta, Indonesia. International Symposium on Aquatic Sciences and Resources Management: Highland to Ocean: Biology, Ecology and Aquatic Resources Management, Bogor, 16-17 November 2020. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 744 (2021) 012073.  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/744/1/012073>
- Shannon, E. & N. Abu-Ghannam. 2019. Seaweeds as nutraceuticals for health and nutrition. *Phycologia*, 58(5): 563–577.  
<https://doi.org/10.1080/00318884.2019.1640533>
- Torres, P., J.P. Santos, F. Chow, & D.Y.A.C. dos Santos. 2019. A comprehensive review of traditional uses, bioactivity potential, and chemical diversity of the genus *Gracilaria* (*Gracilariales*, *Rhodophyta*). *Algal Research*, 37: 288–306.  
<https://doi.org/10.1016/j.algal.2018.12.009>
- Yudiati, E., A. Ridlo, A.A. Nugroho, S. Sedjati, & L. Maslukah. 2020. Analisis kandungan agar, pigmen dan proksimat rumput laut *Gracilaria* sp. pada reservoir dan biofilter tambak udang *Litopenaeus vannamei*. *Buletin Oseanografi Marina*, 9(2): 133–140.  
<https://doi.org/10.14710/buloma.v9i2.29453>
- Submitted : 08 December 2020  
Reviewed : 11 February 2021  
Accepted : 29 July 2021

*FIGURE AND TABEL TITLES*

- Figure 1. The research location and sample collection of macroalgae at Sepanjang Beach.*
- Figure 2. Various types of macroalgae at Sepanjang Beach.*
- Figure 3. Protein and carbohydrate content of macroalgae in eastern area of Sepanjang Beach.*
- Figure 4. Protein and carbohydrate content of macroalgae in central area of Sepanjang Beach.*
- Figure 5. Protein and carbohydrate content of macroalgae in western area of Sepanjang Beach.*
- Table 1. Protein and carbohydrate content of macroalgae at Sepanjang Beach.*

