
ANALISIS KANDUNGAN AGAR, PROKSIMAT DAN PIGMEN RUMPUT LAUT *Gracilaria* sp. PADA PERAIRAN ULEE LHEUE KECAMATAN MEURAXA KOTA BANDA ACEH

Muhammad Haikal¹, Reni Silvia Nasution², Muammar Yulian³, dan Raudhah Hayatillah⁴

^{1,2,3}Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia

³Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia

⁴Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia

Received : 31 Juli 2024

Accepted : 24 September 2024

Published : 30 Oktober 2024

ABSTRACT

Gracilaria sp. is one of the seaweed species that has agar, proximate and pigment content. The three contents are widely used in industry, biotechnology and as a good and healthy food. This study explores the potential of *Gracilaria* sp. cultivation along the coast of Ulee Lheue, Banda Aceh City, based on agar, proximate and pigment content. The method used in this study for Agar analysis is gravimetric and characterized using FTIR, for proximate analysis refers to the Association of Official Analytical Chemists (AOAC) standard method. Pigment testing using a single maceration method and characterized using UV-Vis. The results obtained showed that the agar content of *Gracilaria* sp. seaweed was 17.1%. For proximate content is 12.46% ash content, 11.04% water content, 1.63% fat content, 13.32% protein content, and 61.55% carbohydrate content. Pigment levels of *Gracilaria* sp. seaweed were obtained at 5.28%, chlorophyll a levels of 3.43 µg/g and carotenoid levels of 1.6 µg/g.

Keywords: *Gracilaria* sp.; content analysis; Ulee Lheue Coastal

ABSTRAK

Gracilaria sp. adalah salah satu spesies rumput laut yang memiliki kandungan agar, proksimat dan pigmen. Ketiga kandungan tersebut banyak digunakan dalam bidang industri, bioteknologi dan sebagai makanan yang baik dan sehat. Penelitian ini menggali potensi budidaya *Gracilaria* sp. di sepanjang pesisir Ulee Lheue, Kota Banda Aceh, berdasarkan kandungan agar, proksimat dan pigmen. Metode yang digunakan pada penelitian ini untuk analisis Agar adalah gravimetri dan dikarakterisasi menggunakan FTIR, untuk analisis proksimat mengacu pada metode standar Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Pengujian pigmen menggunakan metode maserasi tunggal serta dikarakterisasi menggunakan UV-Vis. Hasil yang diperoleh bahwa kadar agar rumput laut *Gracilaria* sp. sebesar 17,1%. Untuk kadar proksimat yaitu kadar abu 12,46 %, kadar air 11,04 %, kadar lemak 1,63 %, kadar protein 13,32%, dan kadar karbohidrat 61,55 %. Kadar pigmen rumput laut *Gracilaria* sp. diperoleh sebesar 5,28 %, kadar klorofil a 3,43 µg/g dan kadar karotenoid 1,6 µg/g.

Kata kunci: *Gracilaria* sp.; analisis kandungan; Perairan Ulee Lheue

Corresponding Author:

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh 23111, Indonesia

Email: Haikal.joehan28@gmail.com

PENDAHULUAN

Gracilaria sp. adalah rumput laut yang sering dijumpai di Indonesia dan salah satu spesies yang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi, dikarenakan kemampuannya untuk menghasilkan agar serta dapat dibudidaya dengan mudah (Du *et al.*, 2016 dan Hernandez, 2017). Rumput laut *Gracilaria* sp. kaya akan kandungan agar, vitamin, protein, karbohidrat, serta mineral dan senyawa bioaktif lainnya, menjadikannya sebagai makanan yang baik dan sehat (Kumar *et al.*, 2008). *Gracilaria* sp. telah sebagai sumber utama untuk pengolahan agar, produksi makanan, pakan ternak, pupuk, kosmetik, dan juga sebagai bahan obat tradisional di banyak negara Asia (Kılınç *et al.*, 2013).

Kandungan agar dan komposisi proksimat merupakan indikator utama dalam menentukan kualitas *Gracilaria* sp., yang dipengaruhi oleh keberadaan pigmen fotosintesis (Ate *et al.*, 2017 dan Trawanda *et al.*, 2013). Pigmen ini berkontribusi pada optimalisasi komponen proksimat, sebagaimana ditemukan dalam penelitian yang mengaitkan tingginya kadar pigmen dengan kualitas rumput laut (Ai dan Banyo, 2011). Gazali *et al.*, (2018) mengonfirmasi bahwa komposisi proksimat pada rumput laut mencerminkan kandungan pigmen dalam jumlah signifikan, menegaskan peran penting pigmen dalam proses fotosintesis dan kontribusinya terhadap kualitas nutrisi rumput laut. Selain itu, komposisi biokimia *Gracilaria* sp. juga sangat dipengaruhi oleh faktor geografis lingkungan tempatnya tumbuh. Rosemary *et al.*, (2019) menyajikan temuan bahwa berbagai faktor lingkungan seperti kandungan nutrisi utama yaitu nitrat dan fosfat, suhu, salinitas, oksigen terlarut (DO), dan keasaman (pH) mempengaruhi metabolisme, sintesis pigmen, komposisi langsung, dan produksi agar *Gracilaria* spp. Kajian Anton, (2017) menunjukkan bahwa *Gracilaria* sp. tumbuh pada salinitas 20 ppt memberikan hasil agar yang lebih tinggi (40,71%) jika dibandingkan dengan salinitas 30 ppt (29,58%). Penelitian lainnya juga telah dilakukan oleh Andiska dkk., (2019) dimana hasil ekstraksi agar *Gracilaria* sp. dari laut lebih tinggi dibandingkan dari Tambak yang memiliki salinitas relatif lebih rendah. Perairan dengan kandungan nutrisi tinggi juga akan berpengaruh terhadap kandungan proksimat seperti kadar abu (Wenno *et al.*, 2012). Hal ini mengindikasikan bahwa faktor lingkungan memiliki pengaruh terhadap rendemen agar yang dihasilkan oleh *Gracilaria* sp.

Perairan pesisir Aceh merupakan habitat bagi beragam makroalga karena kondisi lingkungan yang mendukung, seperti kandungan nutrisi yang memadai dan tingkat pencemaran laut yang rendah (Gazali *et al.*, 2018). Penelitian Ondara *et al.*, (2020) di Ulee Lheue, Banda Aceh, menunjukkan bahwa kualitas air memenuhi standar Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 untuk kehidupan biota laut. Parameter seperti suhu, TSS, pH, salinitas, DO, BOD5, serta kandungan

logam berat dan zat kimia lainnya, berada di bawah ambang batas yang ditetapkan, memastikan ekosistem laut tetap mendukung bagi biota.

Untuk memanfaatkan potensi budidaya rumput laut *Gracilaria* sp. di sepanjang pesisir Ulee Lheue, Kota Banda Aceh, penting untuk mengetahui komposisi kimia *Gracilaria* sp. guna memastikan potensinya sebagai sumber pangan, pakan, dan bahan industri. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kandungan agar, proksimat, dan pigmen rumput laut *Gracilaria* sp. di pesisir Ulee Lheue, Kota Banda Aceh.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat alat yang digunakan pada percobaan ini adalah wadah plastik, blender, saringan plastik, timbangan (M254Ai - BEL *Engineering*), spatula, kaca arloji, aluminium foil, *hotplate stirrer* (DLAB Model : MS-H280-Pro), pH meter (Spear Eutech *Double Junction*), termometer, *magnetic stirrer*, kertas saring (*Whatman no.41*), *drying oven* (FCD-3000 *serials*), batang pengaduk, spektrofotometer FTIR (PerkinElmer *Spectrum Two* UATR), cawan porselin, tanur (Thermolyne F48020-33 *Muffle*), desikator, cawan petri, *heating mantle* (Gratech CAP 1000 mL), labu lemak (Pyrex), ekstraktor soklet, kondensor soklet, ember plastik, pompa *aquarium*, statif, *rotary evaporator* (B-ONE RE-1000HN), labu Kjeldahl, batu didih, digestor (Gerhardt Kjeldatherm), destilator (Kjeltec[™] 2100), Gelas kimia (Iwaki), kuvet dan spektrofotometer UV-Vis (LAMBDA 365+ PerkinElmer).

Bahan-bahan yang digunakan pada percobaan ini adalah rumput laut *Gracilaria* sp., Natrium hidroksida (NaOH 5%, 40%), akuades (H₂O), asam asetat (CH₃COOH), Kalium Klorida (KCl), Kloroform (CHCl₃), Selenium Reagent (Merck 1.04874.0250 KGaA), asam sulfat pekat (H₂SO₄), Asam borat (H₃BO₃), asam klorida (HCl) 0,1048 N, Etil asetat (C₄H₈O₂) dan aseton (C₃H₆O) 80%.

Lokasi Sampling

Pengambilan sampel rumput laut *Gracilaria* sp. dilakukan pada 11:00-11:45 am. tanggal 09 Desember 2022 di perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh. Detail lokasi pengambilan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Citra Satelit Lokasi pengambilan sampel rumput laut *Gracilaria* sp.

Identifikasi *Gracilaria* sp.

Identifikasi taksonomi rumput laut dilakukan dengan metode kunci taksonomi pada Laboratorium Biologi Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh.

Preparasi dan Analisis Agar *Gracilaria* sp.

Gracilaria sp. dicuci berulang guna menghilangkan pengotor yang melekat pada permukaannya, lalu dikeringkan pada suhu ruang (26 °C) selama 3-5 hari. Setelah mengering, *Gracilaria* sp. dipotong menjadi potongan sekitar 0,5 cm dan ditempatkan dalam wadah yang telah dilapisi dengan aluminium foil untuk penyimpanan (Yudiati *et al.*, 2020).

Metode ekstraksi agar yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada metode Yudiati dkk., (2020). Sampel *Gracilaria* sp. yang telah dikeringkan ditimbang sebanyak 50 g dan kemudian dipanaskan dalam 750 mL NaOH 5% pada suhu 85°C selama 1,5 jam. Selanjutnya, dilakukan pencucian berulang menggunakan akuades hingga sampel tidak berwarna. Sampel yang telah dibersihkan ditambahkan dengan 750 mL akuades dan di blender hingga homogen. kemudian diturunkan pH larutan menjadi 6 dengan penambahan asam asetat (CH₃COOH). Selanjutnya, larutan dipanaskan pada suhu sekitar 90-95°C selama 2 jam sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Hasil ekstraksi disaring untuk memisahkan filtratnya, kemudian ditambahkan 6 g KCl, diaduk hingga homogen,

dan dituangkan pada cetakan. Filtrat dibiarkan membentuk gel pada suhu ruangan. Selanjutnya, dilakukan perhitungan persentase agar menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ Rendemen Agar} = \frac{\text{Berat agar (g)}}{\text{berat Gracilaria sp. (g)}} \times 100\%$$

Pengujian FTIR untuk menganalisis gugus fungsional dilakukan dengan mengambil serbuk agar kemudian direkam pada bilangan gelombang yaitu 500 – 4000 cm^{-1} (Atef *et al.*, 2014).

Analisis Proksimat *Gracilaria* sp.

Analisis proksimat mengacu pada metode standar standar *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC).

Analisis kadar abu

Sebanyak 2 g *Gracilaria* sp. ditimbang kemudian diarangkan ke dalam *furnace* pada suhu 500- 600°C hingga menjadi abu. Cawan berisi abu didinginkan kemudian dilakukan penimbangan. Kadar abu dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Kadar abu} = \frac{\text{Berat abu (g)}}{\text{berat Gracilaria sp. (g)}} \times 100\%$$

(Yudiati *et al.*, 2020).

Analisis kadar air

Gracilaria sp. ditimbang sebanyak 2 g dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam, kemudian didinginkan dan ditimbang hingga diperoleh berat konstan. Kadar air dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{a - b}{c} \times 100\%$$

*Keterangan:

a = cawan + sampel kering;

b = cawan kosong;

c = bobot sampel sebelum pengeringan (Yudiati *et al.*, 2020).

Analisis kadar lemak

Analisis kadar lemak menggunakan metode sokletasi. *Gracilaria* sp. kering sebanyak 2 g disokletasi ± 5 jam hingga pelarut kloroform 150 mL yang turun kembali ke labu lemak berwarna jernih. hasil ekstraksi dievaporasi (rpm 50, suhu 69°C) dalam labu evaporasi yang telah dikeringkan pada suhu 105 °C, kemudian dimasukkan ke dalam oven bersuhu 105°C kemudian didinginkan dalam desikator dan dilakukan penimbangan. Kadar lemak dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Kadar Lemak} = \frac{\text{berat lemak (g)}}{\text{berat Gracilaria sp. (g)}} \times 100\%$$

(Yudiati *et al.*, 2020).

Analisis kadar protein

Analisis kadar protein dilakukan dengan metode Kjeldahl. 1 g *Gracilaria* sp. dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl kemudian ditambah 1 g selenium reagent

didestruksi menggunakan 25 mL asam sulfat pekat (H₂SO₄) dengan pemanasan 350°C ±150 menit sampai berwarna jernih. Hasil destruksi didinginkan dan ditambah 40 mL akuades. didestilasi dengan penambahan 120 mL NaOH 40%. dengan pemanasan selama 5 menit, destilat ditampung dalam 25 mL larutan asam borat (H₃BO₃) kemudian dititrasikan dengan larutan asam klorida (HCl) 0,1048 N. Hasil titrasi digunakan untuk mengetahui nilai total nitrogen. Kadar protein *Gracilaria* sp. dihitung dengan mengalikan total nitrogen dan faktor koreksi.

$$\text{Kadar protein (\%)} = \frac{(V_A - V_B) \text{ HCl} \times N \text{ HCl} \times 14,007 \times 6,25 \times 100\%}{W \times 1000}$$

Keterangan:

- V_A : mL HCl untuk Titrasi contoh
- V_B : mL HCl untuk Titrasi Blanko
- N : Normalitas HCl Standar yang digunakan
- 14,007 : Berat atom Nitrogen
- 6.25 : Faktor Konversi protein untuk pangan
- W : Berat contoh (g) Kadar protein dinyatakan dalam satuan g/100 g contoh (%) (Yudiati dkk., 2020).

Perhitungan kadar karbohidrat

Kadar karbohidrat dilakukan dengan cara *by difference* dengan persamaan:
 Kadar Karbohidrat % = 100% - (%bb abu + %bb air + %bb protein + %bb lemak)
 (Yudiati *et al.*, 2020).

Ekstraksi Pigmen *Gracilaria* sp.

Metode ekstraksi pigmen *Gracilaria* sp. dilakukan dengan maserasi tunggal menggunakan pelarut etil asetat 100 mL (1:10) selama 1x24 jam pada suhu ruangan. Hasil maserasi disaring dengan menggunakan kertas saring *Whatman no. 41* hingga diperoleh ekstrak dan residu dari *Gracilaria* sp. Ekstrak kemudian diisolasi dari pelarutnya menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu 40°C. Ekstrak yang didapatkan kemudian disimpan dalam vial untuk dilakukan pengujian selanjutnya (spektrofotometer UV-Vis). Perhitungan rendemen ekstrak dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{berat ekstrak (pasta) dan labu (g)} - \text{berat labu (g)}}{\text{jumlah berat awal } Gracilaria \text{ sp.}} \times 100\%$$

(Yudiati *et al.*, 2020).

Pengukuran klorofil a pada penelitian ini dilakukan dengan metode spektrofotometri UV-Vis seperti yang pernah dilakukan oleh (Wellburn, 1994), ditimbang 5 mg ekstrak sampel *Gracilaria* sp. kemudian dilarutkan dengan 5 mL aseton 80%. Masing-masing konsentrasi diukur absorbansinya pada panjang gelombang 645 nm, 663 nm dan 480 nm. Selanjutnya dihitung kadar klorofil dan karotenoid berdasarkan rumus:

$$\text{Klorofil a } \mu\text{g/g sampel (Ca)} = 12,21 \times A663 - 2,81 \times A646$$

$$\text{Karotenoid } \frac{\mu\text{mol}}{\text{g}} \text{ sampel}(\text{Cx+c}) = \frac{A480 + (0,114 \times A464) \times V \times 1000}{112,5 \times 0,1 \times 10}$$

Keterangan:

A663, A646 dan A480 = Absorbansi pada panjang gelombang 663, 646 dan 480 nm

V = Volume ekstrak mL

112,5 = faktor pengubah untuk mengubah volume sampel dari mL ke L

0,1 = faktor pengubah untuk mengubah massa sampel dari gram menjadi miligram (Yudiati dkk., 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengamatan

Identifikasi taksonomi yang telah dilakukan pada sampel berupa rumput laut di Laboratorium Zoologi Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dengan hasil klasifikasi dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil pengujian taksonomi rumput laut *Gracilaria* sp. dari perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh.

Tingkatan Takson	Rumput Laut
Kingdom	Protista
Phylum	Rhodophyta
Kelas	Florideophyceae
Ordo	Gracilariales
Familia	Gracilariaceae
Genus	Gracilaria
Spesies	<i>Gracilaria</i> sp.(Hudson) Papenfuss, 1950

Tabel 2. Data hasil kadar agar, proksimat (abu, air, lemak, protein dan karbohidrat) dan pigmen (klorofil a dan karotenoid) dari rumput laut *Gracilaria* sp. kering

No.	Parameter	Nilai	Satuan
1	Rendemen Agar	17,1	%
2	Analisis Proksimat		
	a. Kadar Abu	12,46	%
	b. Kadar Air	11,04	%
	c. Kadar Lemak	1,63	%
	d. Kadar Protein	13,32	%
	e. Kadar Karbohidrat	61,55	%
3	Kadar Pigmen	5,28	%
	a. kadar klorofil a	3,437	$\mu\text{g/g}$
	b. Kadar Karotenoid	1,6	$\mu\text{g/g}$

Pembahasan

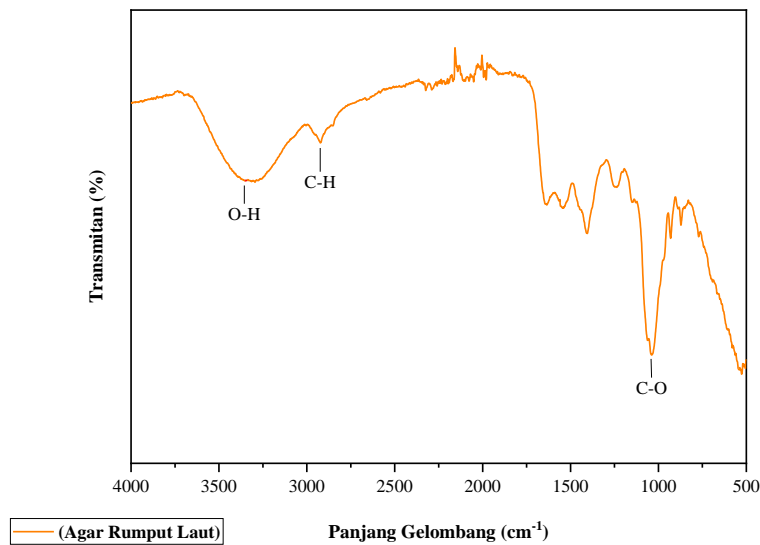
Analisis agar *Gracilaria* sp.

Kandungan agar memiliki peran penting dalam menentukan kualitas *Gracilaria* sp. Rumput laut dikatakan bermutu jika rendemen agar yang terkandung jumlahnya tinggi (Waluyo *et al.*, 2017). Pada penelitian ini, dilakukan analisis kadar agar pada rumput laut *Gracilaria* sp. dengan metode gravimetri. Metode ini mempunyai keunggulan, yaitu tidak memerlukan zat pembanding (agar baku) serta proses analisis sederhana dibandingkan dengan metode-metode lainnya (Adawiyah, 2017). Pemilihan pelarut pada proses ekstraksi akan berpengaruh terhadap persen rendemen yang diperoleh. *Gracilaria* sp. harus mendapat perlakuan alkali sebelum proses ekstraksi untuk meningkatkan karakteristik dari gel yang dihasilkan. NaOH juga mampu merusak dinding sel sehingga akan mempermudah agar untuk diekstraksi serta mengalami peningkatan signifikan terhadap nilai rendemen agar. Penggunaan NaOH juga mampu mengurangi kandungan sulfat yang mampu menghambat pembentukan agar (Suharto, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh persentase rendemen agar sebesar 17,1%. Rendemen ini lebih tinggi dibandingkan penelitian Andiska *et al.*, (2019) yang mengekstraksi agar dengan metode ekstraksi non alkali dan rendemen sebesar 15%. Penambahan asam asetat bertujuan untuk memaksimalkan ekstrak agar. Hal ini sejalan dengan apa yang ditemukan oleh Distantina *et al.*, (2008) dimana rendemen agar yang diekstrak menggunakan CH₃COOH lebih tinggi dibandingkan menggunakan HCl. Pembentukan agar yang diperoleh rumput laut *Gracilaria* sp. juga dipengaruhi oleh nutrien yang ada pada perairan yang dapat mempengaruhi kualitas agar yang dihasilkan, seperti sumber bahan baku, waktu dan suhu ekstraksi serta metode pengolahan yang digunakan.

Pada penelitian yang dilakukan Yudiati *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa habitat yang memiliki kandungan nutrien serta fosfat yang baik, memiliki rendemen agar yang lebih tinggi. Apabila penelitian ini dibandingkan dengan menggunakan metode ekstraksi yang sama, bahwa *Gracilaria verrucosa* yang diambil dari pesisir Kalpitiya, Sri Lanka terdapat kandungan agar yang lebih tinggi yaitu, 18,6% (Jayasinghe *et al.*, 2016). Hal ini disebabkan oleh aktivitas pertanian Semenanjung Kalpitiya, Sri Lanka sehingga menyebabkan kadar nitrat sangat tinggi yaitu berkisar 0,60-212,40 mg/L pada musim kemarau (Jayasingha *et al.*, 2011), sedangkan pada perairan Banda Aceh kadar nitrat hanya berkisar 0,2-0,4 mg/L (Ondara *et al.*, 2020). Hal ini menunjukkan adanya faktor kandungan nutrien seperti nitrat yang mempengaruhi rendemen agar pada penelitian ini.

Karakterisasi Agar menggunakan FTIR dapat dilihat pita serapannya pada gambar IV.1 berikut ini:



Gambar 2. Hasil karakterisasi agar *Gracilaria* sp. menggunakan FTIR pada panjang gelombang 4000-500 cm^{-1} .

Berdasarkan pada hasil analisis agar menggunakan FTIR, terdapat puncak pada 3353 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya gugus O-H (hidroksil). Selanjutnya, pada 2925 cm^{-1} terdapat puncak yang menunjukkan adanya gugus alkana (CH_2 atau CH_3). Selain itu, terdapat serapan pada 1059 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya gugus eter (C-O). Kehadiran gugus O-H, gugus alkana, dan gugus eter pada spektrum FTIR mengindikasikan keberadaan ikatan 3,6-anhidrogalaktosa yang mengindikasikan adanya komposisi agar dari ekstrak rumput laut *Gracilaria* sp. Hasil ini konsisten dengan karakteristik spektrum FTIR agarosa yang telah dilaporkan sebelumnya, dimana pada bilangan gelombang 3400 cm^{-1} ditemukan gugus hidroksil (O-H), gugus alkana (CH_3 atau CH_2) pada bilangan gelombang sekitar 2900 cm^{-1} (Yudiati dkk., 2020). Pada pita serapan daerah sidik jari yaitu 1500-400 cm^{-1} terdapat serapan gelombang pada 930 cm^{-1} , 1073.3 cm^{-1} dan 1072.3 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya ikatan 3,6-anhidrogalaktosa, senyawa ini umum dalam struktur agar (Rasheed *et al.*, 2019).

Analisis kadar proksimat

Analisis kadar abu dilakukan untuk mengetahui secara umum kandungan mineral yang terdapat dalam rumput laut. Rumput laut termasuk bahan pangan yang mengandung mineral cukup tinggi, karena kemampuannya dalam menyerap mineral yang berasal dari lingkungannya. Nilai kadar abu suatu bahan pangan menunjukkan besarnya jumlah mineral yang terkandung dalam bahan pangan tersebut (Wenno *et al.*, 2012). Kadar abu yang diperoleh dari pengurangan 2 g

Gracilaria sp. kering adalah sebesar 12,46%. Hasil ini lebih rendah dibandingkan *Gracilaria* sp. dari Tambak Pamekasan yaitu sebesar 21,02%. (Insani *et al.*, 2022).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Andiska *et al.*, (2019) pada Pantai Pok Tunggal yang memiliki salinitas tinggi didapatkan kadar abu sebesar 41,45% yang lebih tinggi dibandingkan kadar abu di Tambak 4,62 % yang memiliki salinitas lebih rendah. Penelitian lainnya yang dilakukan Damayanti, (2019) diperoleh bahwa semakin tinggi salinitas menyebabkan semakin tinggi kadar abu yang dikandung, dimana pada salinitas 35 ppt diperoleh kadar abu 4,10 % dan pada salinitas 25 ppt. diperoleh lebih rendah yaitu 2,94 %. Lindawaty *et al.*, (2016) menyatakan perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh memiliki salinitas yang rendah berkisar antara 20-25 ppt. hal ini disebabkan adanya pasokan air tawar yang masuk ke perairan. Perairan dengan salinitas yang tinggi menyebabkan rumput laut banyak mengandung garam-garam mineral, Mineral makro yang terkandung seperti Na, Ca, K, Cl, Mg, P, S, dan *trace element* seperti I, Mn, Cu, Fe banyak dijumpai pada rumput laut (Sangkia *et al.*, 2018). Selain salinitas, Kadar abu juga dapat dipengaruhi oleh umur panen. *Gracilaria* sp. Umur panen 55 hari memberikan kadar abu tertinggi dan berbeda nyata dengan umur panen 40, 45, dan 50 hari (Wenno *et al.*, 2012).

Pengujian kadar air dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar kandungan air dalam bahan pangan. Kadar air sangat berpengaruh terhadap daya simpannya. Semakin tinggi kadar air suatu bahan pangan maka semakin tinggi kemungkinan bahan tersebut untuk mengalami kerusakan (Ate *et al.*, 2017). Penentuan berat air dihitung secara gravimetri berdasarkan selisih berat sampel sebelum dan sesudah sampel dikeringkan. Kadar air yang diperoleh dari 2 g rumput laut berat kering menggunakan pemanasan oven adalah sebesar 11,04 %. Nilai standar kadar air bahan pangan berdasarkan Badan Standarisasi Nasional, (SNI 2690:2015) adalah maksimal 12%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa produk rumput laut kering *Gracilaria* sp. masih dalam batas standar yang telah ditentukan oleh SNI. Kadar air yang lebih rendah ini juga menunjukkan bahwa rumput laut ini memiliki kualitas yang baik (Hidayat, 2004).

Nilai kadar air yang didapatkan dalam suatu bahan segar diakibatkan oleh kondisi lingkungan, lama penyimpanan, suhu dan kelembaban (Yanuarti *et al.*, 2017). Metode pengeringan berpengaruh nyata terhadap kadar air simplisia. Metode pengeringan angin menghasilkan kadar air rendah, antioksidan dan total fenol tertinggi dibandingkan pengeringan dengan sinar matahari (Dharma *et al.*, 2020).

Kandungan lemak pada rumput laut umumnya sangat rendah, sehingga rumput laut ini aman dikonsumsi dalam jumlah banyak dan dapat dikembangkan sebagai salah satu makanan diet rendah lemak (Ortiz *et al.*, 2006). Kadar lemak pada sampel *Gracilaria* sp. dianalisis menggunakan metode sokletasi. Sokletasi sendiri merupakan salah satu metode yang efisien karena tidak membutuhkan sampel dan pelarut yang banyak serta proses ekstraksi yang relatif cepat.

Kadar lemak *Gracilaria* sp. diperoleh sebesar 1.63%. Kadar lemak pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan kadar lemak *Gracilaria* sp. dari Pantai Pok diperoleh sebesar 0,39% (Andiska *et al.*, 2019) dan kadar lemak *Gracilaria* sp. dari Tambak Pamekasan sebesar 0,09% (Insani *et al.*, 2022). Namun dibandingkan kadar lemak *Gracilaria edulis* dari pesisir Thondi yakni 4.76% (Rosemary *et al.*, 2019), kadar lemak pada penelitian ini masih lebih rendah.

Secara umum, kadar lemak pada semua jenis rumput laut tergolong rendah yaitu sekitar 0,9–40 % (Khairy dan El-Shafay, 2013). Sedangkan menurut Dharmananda, (2002) melaporkan bahwa, kadar lemak rumput laut berkisar antara 1-5% dari berat keringnya. Dengan demikian, kadar lemak pada *Gracilaria* sp. dalam penelitian ini masih dalam kisaran kadar lemak rumput laut pada umumnya. Rendahnya kandungan lemak tersebut dikarenakan rumput laut serta tanaman pada umumnya menyimpan cadangan makanan dalam bentuk karbohidrat terutama polisakarida (Yanuarti *et al.*, 2017).

Namun kadar lemak juga dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti masa tanam, salinitas kadar nutrisi media tumbuh. Kadar lemak *K. alvarezii* dengan masa tanam 30 hari menunjukkan kadar lemak yang lebih rendah dari masa tanam 10 hari (Daud, 2013). Penelitian Yulianingsih dan Tamzil, (2007) pada rumput laut coklat umur 15 hari asal Jeneponto dengan nutrisi lebih rendah (kadar fosfat 0,001-0,021 mg/L dan nitrat 0,05-0,24 mg/L), memiliki kadar lemak 0,28 %. Dimana lebih rendah dari kadar lemak asal Pinrang yaitu 0,41 % dengan kadar nutrisi lebih tinggi (nitrat 0,13-0,25 % dan fosfat 0,015-0,045 %). Hal ini juga sejalan dengan temuan oleh Widianingsih *et al.*, (2012) dimana perbedaan komposisi nutrisi (fosfat dan nitrat) pada media kultur memberikan pengaruh yang nyata terhadap kandungan total lemak. Prinsipnya nutrisi merupakan sumber nitrogen dan fosfor yang memiliki peranan dalam mempengaruhi produktivitas lemak. Menurut Sukmawan *et al.*, (2014), Kenaikan kandungan lemak seiring dengan meningkatnya kadar salinitas. Pada salinitas yang tinggi nutrisi yang digunakan untuk pertumbuhan tidak digunakan dengan optimum.

Kandungan Protein pada rumput laut umumnya memiliki kadar yang tinggi. Protein pada beberapa rumput laut mengandung semua asam amino esensial memastikan tubuh mendapatkan berbagai asam amino yang baik (De Bhowmick dan Hayes, 2022). Kadar protein pada penelitian ini diperoleh melalui metode Kjeldahl. Metode Kjeldahl adalah sebuah teknik yang sederhana untuk mengukur jumlah total nitrogen yang terkandung dalam asam amino, protein, dan senyawa lain yang mengandung nitrogen.

Kadar yang didapatkan pada penelitian ini adalah sebesar 13.32%. Hal ini lebih tinggi dibandingkan dengan kadar protein *Gracilaria* sp. yang berasal dari perairan Pamekasan yaitu 0,22% (Insani *et al.*, 2022) dan *Gracilaria* sp. dari Pantai Pok sebesar 6,89 %. (Andiska *et al.*, 2019). Namun lebih rendah dibandingkan

dengan protein *Gracilaria edulis* dan *Gracilaria corticata* dari pesisir Thondi yaitu berkisar antara 22.84 -25.29% (Rosemary *et al.*, 2019).

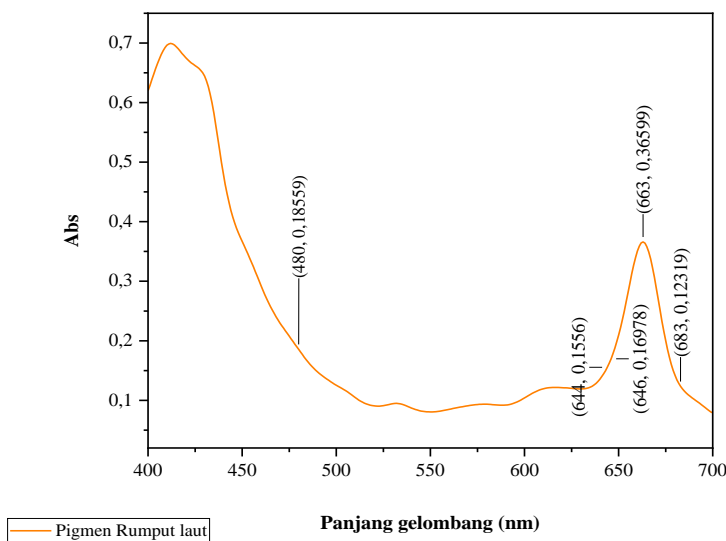
Kandungan protein pada rumput laut dipengaruhi oleh salinitas dan kandungan nutrisi. Rumput laut coklat umur 15 hari yang berasal dari Jeneponto dengan kadar nutrisi fosfat 0,001-0,021 mg/L dan nitrat 0,05-0,24 mg/L, memiliki kadar protein 11,94 %. Sedangkan rumput laut asal Pinrang dengan kadar nutrisi lebih tinggi (nitrat 0,13-0,25 % dan fosfat 0,015-0,045 %) memiliki kadar protein sebesar 9,67 % (Yulianingsih dan Tamzil, 2007). Namun kadar protein tersebut masih lebih rendah jika dibandingkan dengan kadar protein pada penelitian ini. Penelitian kondisi Perairan Banda Aceh oleh Ondara *et al.*, (2020) juga menunjukkan kandungan nutrisi (nitrat 0,2-0,9 % dan fosfat 0,19-0,46 %) lebih tinggi dari perairan Jeneponto dan Pinrang. Hal ini sesuai dengan ungkapan Yudiati *et al.*, (2020) bahwa kadar protein berkorelasi dengan kadar nitrat dan fosfat yang tersedia di lingkungan hidupnya, dimana energi yang dihasilkan dari fotosintesis berupa ATP akan tinggi jika kadar fosfat tinggi. Sebaliknya apabila kadar fosfat rendah akan terjadi penurunan kandungan protein pada sel-sel rumput laut dan diikuti dengan degradasi berbagai komponen sel yang berkaitan dengan sintesis protein, termasuk klorofil a dan pigmen lainnya.

Karbohidrat mempunyai peranan yang penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, dan tekstur (Yuliani *et al.*, 2017). Kandungan karbohidrat pada rumput laut umumnya berbentuk serat yang tidak bisa dicerna oleh enzim pencernaan, sehingga cocok digunakan sebagai makanan diet (Kumar *et al.*, 2011).

Kadar karbohidrat pada penelitian ini diperoleh menggunakan perhitungan *by difference* menghasilkan kadar karbohidrat sebesar 61,55%. Hasil ini tidak jauh berbeda dengan *Gracilaria sp.* yang diperoleh dari Tambak Pamekasan yaitu 61,80%. (Insani *et al.*, 2022). Namun lebih tinggi dari *Gracilaria sp.* dari Pantai Pok yaitu 41,48% (Andiska *et al.*, 2019) dan *Gracilaria edulis* dari pesisir Thondi 4.71% (Rosemary *et al.*, 2019). Menurut pernyataan Lawton *et al.*, (2015), seiring meningkatnya kadar salinitas kandungan karbohidrat akan mengalami penurunan. Selain itu kadar karbohidrat juga dapat disebabkan oleh komponen proksimat lainnya seperti kadar air, kadar abu, protein, lemak, dan serat kasar pada *Gracilaria sp.* sehingga mempengaruhi jumlah karbohidrat yang terkandung dalam sampel dapat diukur dengan melihat perbedaan jumlah pada beberapa komponen tersebut (Yuliani *et al.*, 2017).

Analisis pigmen *Gracilaria sp.*

Pengukuran Klorofil a dan karotenoid Rumput Laut *Gracilaria Sp.* menggunakan UV-Vis dapat dilihat pada gambar IV.2 dibawah ini.



Gambar 3. Pengukuran absorbansi klorofil a dan karotenoid Rumput Laut *Gracilaria* Sp.

Ekstraksi pigmen *Gracilaria* sp. dilakukan dengan metode maserasi tunggal. melibatkan perendaman simplisia dalam pelarut tertentu selama beberapa hari sambil sesekali diaduk, kemudian disaring untuk mendapatkan ekstraknya. Metode ini relatif sederhana serta biaya operasional yang rendah. penggunaan pelarut etil asetat pada perendaman ditujukan untuk mengekstrak Pigmen yang ada pada rumput laut. Kadar pigmen *Gracilaria* sp. yang diperoleh dari penelitian ini adalah 5,28 %. Hal ini masih cenderung sama dengan kadar pigmen dari *Gracilaria* sp. yang diperoleh Yudiati *et al.*, (2020) berkisar antara 2,31-4,88%. Etil asetat sendiri adalah pelarut semipolar dimana dapat menarik campuran polar dan nonpolar. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hidayati dkk., (2019) kandungan klorofil a dan karotenoid tertinggi diperoleh oleh ekstrak menggunakan pelarut etil asetat.

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini juga menunjukkan bahwa kadar klorofil a sebesar 3,43 µg/g dan karotenoid sebesar 1,6 µg/g. Biosintesis pigmen pada *Gracilaria* dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu volume rumput yang kecil dan periode kultur pendek. Terlebih rumput laut memiliki komposisi gizi yang berbeda secara signifikan tergantung pada kondisi lingkungan, spesies, geografi, musim dan usia panen dan nutrisi. Dalam proses fotosintesis nutrisi memiliki peranan yang penting bagi pembentukan protein dan klorofil, terutama nitrat (Leandro *et al.*, 2020).

Menurut Zandrato *et al.*, (2014) bahwa paparan sinar matahari dapat berpengaruh terhadap penurunan kandungan klorofil a dan karotenoid. Secara visual penurunan dari kandungan pigmen ini dapat diamati dengan semakin pudarnya larutan ekstrak dari warna hijau menjadi bening (tidak berwarna). Fitriani *et al.*, (2017) menyatakan bahwa hal ini menjelaskan bahwa perubahan warna yang terjadi pada pigmen menunjukkan adanya degradasi akibat paparan cahaya dengan intensitas serta dalam waktu tertentu. Hal ini dapat menjadi salah satu faktor

penurunan kadar klorofil yg disebabkan lamanya penyimpanan klorofil sebelum dilakukannya pengujian menggunakan instrumen UV-Vis.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian yang telah dilakukan terhadap *Gracilaria* sp. pada perairan Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh adalah sebagai berikut: Kadar agar rumput laut *Gracilaria* sp. diperoleh sebesar 17,1%. Pada analisis proksimat diperoleh kadar abu sebesar 12,46 %, kadar 11,04 %, kadar lemak 1.63 %, kadar protein 13.32%, dan kadar karbohidrat 61,55 %. Kadar pigmen rumput laut *Gracilaria* sp. diperoleh sebesar 5,28 %, kadar klorofil a 3,43 µg/g dan kadar karotenoid 1,6 µg/g.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R. (2017). Analisis Kadar Saponin Ekstrak Metanol Kulit Batang Kemiri (*Aleurites moluccana* (L.) Willd) Dengan Metode Gravimetri [Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar]. In *Skripsi*. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/4457/>
- Ai, N. S., & Banyo, Y. (2011). Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air Pada Tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(2). <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/JIS/article/download/202/153>.
- Andiska, P. W., Susanto, A., & Pramesti, R. (2019). Hasil Kandungan Agar Ekstraksi Non-Alkali *Gracilaria* sp. yang Tumbuh di Lingkungan Berbeda. *Journal of Marine Research*, 8(4). <https://doi.org/10.14710/jmr.v8i4.24860>
- Anton, A. (2017). Pertumbuhan dan Kandungan Agar Rumput Laut (*Gracilaria* spp) Pada Beberapa Tingkat Salinitas. *Jurnal Airaha*, 6(2). <https://doi.org/10.15578/ja.v6i2.70>
- Ate, J. N. B., Costa, J. F. da, & Elingsetyo S, T. P. (2017). Analisis Kandungan Nutrisi *Gracilaria* Edule (S.G. Gmelin) P.C. Silva dan *Gracilaria* Coronopifolia j. Agardh Untuk Pengembangan Perekonomian Masyarakat Pesisir. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 5(2).
- Atef, M., Rezaei, M., & Behrooz, R. (2014). Preparation and characterization agar-based nanocomposite film reinforced by nanocrystalline cellulose. *International Journal of Biological Macromolecules*, 70. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.07.013>
- Badan Standarisasi Nasional. (2015). *Rumput Laut Kering* (Patent No. SNI 2690:2015).
- Damayanti, M. E. (2019). *Kajian Salinitas Terhadap Pertumbuhan, Morfologi Sel Dan Kandungan Proksimat Rumput Laut (Caulerpa Racemose) Di Tambak BBPBAP Jepara, Jawa Tengah*. Universitas Brawijaya.
- Daud, R. (2013). Pengaruh Masa Tanam Terhadap Kualitas Rumput Laut, *Kappaphycus Alvarezii*. *Media Akuakultur*, 8(2), 135. <https://doi.org/10.15578/ma.8.2.2013.135-138>

- De Bhowmick, G., & Hayes, M. (2022). In Vitro Protein Digestibility of Selected Seaweeds. *Foods*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/foods11030289>
- Dharma, M. A., Nocianitri, K. A., & Yusasrini, N. L. A. (2020). Pengaruh Metode Pengeringan Simplisia Terhadap Kapasitas Antioksidan Wedang Uwuh. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 9(1), 88. <https://doi.org/10.24843/itepa.2020.v09.i01.p11>
- Dharmananda, S. (2002). The Nutritional And Medicinal Value Of Seaweeds Used In Chinese Medicine. *JOUR.* https://www.researchgate.net/publication/266890313_The_nutritional_and_medicinal_value_of_seaweeds_used_in_Chinese_medicine_Available
- Distantina, S., Anggraeni, D. R., & Fitri, L. E. (2008). Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Larutan Perendaman terhadap Kecepatan Ekstraksi dan Sifat Gel Agar-agar dari Rumput Laut *Gracilaria verrucosa*. *Jurnal Rekayasa Proses*, 2(1).
- Du, Q., Bi, G., Mao, Y., & Sui, Z. (2016). The Complete Chloroplast Genome Of *Gracilariopsis Lemaneiformis* (Rhodophyta) Gives New Insight Into The Evolution Of Family Gracilariaceae. *Journal of Phycology*, 52(3). <https://doi.org/10.1111/jpy.12406>
- Fitriyani, W., Harpeni, E., & Muhaemin, M. (2017). Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Pigmen Carotenoid, Fucoxanthin, Dan Phaeophytin Zoonxanthellae Dari Isolat Karang Lunak *Zoanthus sp.*
- Gazali, M., Nurjanah, N., & Zamani, N. P. (2018). Eksplorasi Senyawa Bioaktif Alga Cokelat *Sargassum sp.* Agardh sebagai Antioksidan dari Pesisir Barat Aceh. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1). <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21543>
- Hernandez, A. (2017). *The Effect of Salinity on the Growth of the Red Alga, Gracilaria epihippisor* [University of Hawai'i]. http://www.uhhmop.hawaii.edu/projects/library/papers/Hernandez_Alex_M_OP_final_paper.pdf
- Hidayat, A. (2004). *Pengaruh Kelembaban Udara terhadap Kualitas Rumput Laut Kering Asin Jenis Eucheuma cottonii dan Gracillaria sp selama Penyimpanan* [IPB University]. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/14278>
- Hidayati, J. R., Yudiati, E., Pringgenies, D., Arifin, Z., & OktaviantI, D. T. (2019). Antioxidant Activities, Total Phenolic Compound And Pigment Contents of Tropical *Sargassum sp.* Extract, Macerated In Different Solvents Polarity. *Jurnal Kelautan Tropis*, 22(1). <https://doi.org/10.14710/jkt.v22i1.4404>
- Insani, A. N., Hafiludin, H., & Chandra, A. B. (2022). Pemanfaatan Ekstrak *Gracilaria sp.* dari Perairan Pamekasan sebagai Antioksidan. *Juvenil*, 3(1). <https://doi.org/10.21107/juvenil.v3i1.14783>
- Jayasingha, P., Pitawala, A., & Dharmagunawardhane, H. A. (2011). Vulnerability Of Coastal Aquifers Due To Nutrient Pollution From Agriculture: Kalpitiya, Sri Lanka. *Water Air Soil Pollut*, 219(1–4), 563–577. <https://doi.org/10.1007/s11270-010-0728-y>

- Jayasinghe, P., Pahalawattaarachchi, V., & Ranaweera, K. (2016). Effect of Extraction Methods on the Yield and Physiochemical Properties of Polysaccharides Extracted from Seaweed Available in Sri Lanka. *Poultry, Fisheries & Wildlife Sciences*, 4(1). <https://doi.org/10.4172/2375-446x.1000150>
- Khairy, H. M., & El-Shafay, S. M. (2013). Seasonal Variations in the Biochemical Composition Of Some Common Seaweed Species From The Coast of Abu Qir Bay, Alexandria, Egypt. *Oceanologia*, 55(2), 435–452. <https://doi.org/10.5697/oc.55-2.435>
- Kılınç, B., Cirik, S., Turan, G., Tekogul, H., & Koru, E. (2013). Seaweeds for Food and Industrial Applications. *Food Ind.* <https://doi.org/doi:10.5772/53172>
- Kumar, C. S., Ganesan, P., Suresh, P., & Bhaskar, N. (2008). Seaweeds As a Source Of Nutritionally Beneficial Compounds - A Review. *Journal of Food Science and Technology*, 45(1).
- Kumar, M., Gupta, V., Kumari, P., Reddy, C. R. K., & Jha, B. (2011). Assessment of nutrient Composition and Antioxidant Potential Of Caulerpaceae Seaweeds. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(2), 270–278. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.07.007>
- Lawton, R. J., de Nys, R., Magnusson, M. E., & Paul, N. A. (2015). The effect of salinity on the biomass productivity, protein and lipid composition of a freshwater macroalga. *Algal Research*, 12, 213–220. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2015.09.001>
- Leandro, A., Pacheco, D., Cotas, J., Marques, J. C., Pereira, L., & Gonçalves, A. M. M. (2020). Seaweed's Bioactive Candidate Compounds To Food Industry And Global Food Security. In *Life* (Vol. 10, Issue 8). <https://doi.org/10.3390/life10080140>
- Lindawaty, Dewiyanti, I., & Karina, S. (2016). Distribusi dan Kepadatan Kerang Darah (*Anadara* sp.) Berdasarkan Tekstur Substrat di Perairan Ulee Lheue Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 1(April), 114–123.
- Ondara, K., Dhiauddin, R., & Wisna, U. J. (2020). Kelayakan Kualitas Perairan Laut Banda Aceh untuk Biota Laut. *Jurnal Kelautan Nasional*, 15(2). <https://doi.org/10.15578/jkn.v15i2.8743>
- Ortiz, J., Romero, N., Robert, P., Araya, J., Lopez-Hernández, J., Bozzo, C., Navarrete, E., Osorio, A., & Rios, A. (2006). Dietary Fiber, Amino Acid, Fatty Acid And Tocopherol Contents Of The Edible Seaweeds *Ulva Lactuca* And *Durvillaea Antarctica*. *Food Chemistry*, 99(1). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.027>
- Rasheed, I., Tabassum, A., Khan, U., & Rehman, A. (2019). *Fourier Transform Infrared (Ft-Ir) Spectroscopy Of Agar From Red Seaweeds Of Karachi Coast*. 16(1), 59–63.
- Rosemary, T., Arulkumar, A., Paramasivam, S., Mondragon-Portocarrero, A., & Miranda, J. M. (2019). Biochemical, Micronutrient and Physicochemical

- Properties of The Dried Red Seaweeds *Gracilaria Edulis* and *Gracilaria Corticata*. *Molecules*, 24(12). <https://doi.org/10.3390/molecules24122225>
- Sangkia, F. D., Gerung, G. S., & Montolalu, R. I. (2018). *Analysis Of Growth And Quality Of Seaweed Carrageenan Kappaphycus Alvarezii In Different Locations On The Banggai's Waters , Central Sulawesi*. 6(1), 22–26.
- Suharto, R. C. (2020). *Efek Perlakuan Alkali Dan Pemucatan Terhadap Karakteristik Agar Terekstrak Dari Gracilaria Verrucosa The Effect Of Alkaline Treatment And Bleaching Agent To The Characteristics Of Agar Extracted From Gracilaria Verrucosa* [UNIKA Soegijapranata Semarang]. <http://repository.unika.ac.id/id/eprint/21073>
- Sukmawan, M. A., Antara, N. semedi, & Arnata, I. wayan. (2014). Optimization Salinity and Initial pH on the Biomass Production of *Nannochloropsis* sp. K-4. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 2(1), 19–28.
- Trawanda, S. A., Rejeki, S., & Ariyati, R. W. (2013). Kuantitas dan Kualitas Rumput Laut *Gracilaria* sp. Bibit Hasil Seleksi dan Kultur Jaringan dengan Budidaya Metode Longline di Tambak. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(3). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/5298>
- Waluyo, W. W. S., Suharti, S., & Abdullah, L. (2017). Metode Cepat Pendugaan Kandungan Protein Kasar Pada Rumput Raja (*Pennisetum Purpurhoides*) Menggunakan Nilai Indeks Warna Daun. *Pastura*, 5(2). <https://doi.org/10.24843/pastura.2016.v05.i02.p04>
- Wellburn, A. R. (1994). The Spectral Determination of Chlorophylls a and b, as well as Total Carotenoids, Using Various Solvents with Spectrophotometers of Different Resolution. *Journal of Plant Physiology*, 144(3). [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)81192-2](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(11)81192-2)
- Wenno, M. R., Thenu, J. L., & Cristina Lopulalan, C. G. (2012). Karakteristik Kappa Karaginan dari *Kappaphycus alvarezii* Pada Berbagai Umur Panen. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 7(1). <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v7i1.69>
- Widianingsih, Hartati, R., Endrawati, H., Yudiati, E., & Iriani, V. R. (2012). Pengaruh Pengurangan Konsentrasi Nutrien Fosfat dan Nitrat Terhadap Kandungan Lipid Total *Nannochloropsis oculata*. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 16(1), 24–29. www.ijms.undip.ac.id
- Yanuarti, R., Nurjanah, N., Anwar, E., & Pratama, G. (2017). Kandungan Senyawa Penangkal Sinar Ultra Violet dari Ekstrak Rumput Laut *Euclima cottonii* dan *Turbinaria conoides*. *Biosfera*, 34(2). <https://doi.org/10.20884/1.mib.2017.34.2.467>
- Yudiati, E., Ridlo, A., Nugroho, A. A., Sedjati, S., & Maslukah, L. (2020). Analisis Kandungan Agar, Pigmen dan Proksimat Rumput Laut *Gracilaria* sp. pada Reservoir dan Biofilter Tambak Udang *Litopenaeus vannamei*. *Buletin Oseanografi Marina*, 9(2). <https://doi.org/10.14710/buloma.v9i2.29453>

- Yuliani, N., Maulinda, N., & Sutamihardja, R. (2017). Analisis Proksimat Dan Kekuatan Gel Agar – Agar Dari Rumput Laut Kering Pada Beberapa Pasar Tradisional. *Jurnal Sains Natural*, 2(2), 101. <https://doi.org/10.31938/jsn.v2i2.40>
- Yulianingsih, R., & Tamzil. (2007). Analisis Proksimat Rumput Laut Produksi Dari Beberapa Lokasi Di Indonesia Timur. *Bul. Tek. Lit. Akuakultur*, 6(1), 51–55.
- Zendrato, I. A., Swastawati, F., & Romadhon. (2014). Ekstraksi Klorofil Dan Karotenoid Dengan Konsentrasi Pelarut Yang Berbeda Pada Lamun (Enhalus Acoroides) Di Perairan Laut Jawa. *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(1), 30–39. <http://www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jpbhp>