

## KANDUNGAN NUTRISI DAN KARAGINAN RUMPUT LAUT KAPPAPHYCUS ALVAREZII YANG TERPAPAR ICE-ICE

### *Nutritional and Carrageenan Content of Kappaphycus alvarezii Seaweed Exposed to Ice-Ice*

Yuni Irmawati<sup>1\*)</sup>, Fien Sudirjo<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Bioteknologi Perikanan, Politeknik Perikanan Negeri Tual  
Jl. Raya Sathean-Langgur Km. 6, Maluku Tenggara, 97611, Indonesia

<sup>2)</sup>Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Politeknik Perikanan Negeri Tual

<sup>\*)</sup>Korespondensi : yuniirmawati09@gmail.com

### ABSTRAK

Sumber pendapatan utama masyarakat di Kabupaten Maluku Tenggara dan Kota Tual, salah satunya adalah budidaya rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii*. Permasalahan dalam pembudidayaan rumput laut adalah ketika adanya serangan penyakit ice-ice, yang menyebabkan penurunan hasil produksi dan kualitas *K. alvarezii*. Sasaran penelitian ini adalah kandungan nutrisi and karaginan *K. alvaezii* yang terpapar ice-ice. Parameter yang diamati adalah kandungan nutrisi seperti protein, air, abu, lemak dan kabohidrat serta karaginan dan kekuatan gel. Hasil penelitian menunjukkan kandungan nutrisi *K. alvarezii* yang terpapar ice-ice seperti protein 2,01 %, lemak 0,14 % dan karbohidrat 35,74 % lebih rendah dibandingkan dengan rumput laut sehat. Akan tetapi pada kadar air dan abu mendapatkan hasil sebaliknya, dimana rumput laut yang terpapar ice-ice lebih tinggi, yakni sebesar 44,66 % dan 31,80 %. Karaginan dan kekuatan gel pada rumput laut sehat lebih tinggi sebesar 58,60 % dan 414,86 g/cm<sup>2</sup> dibandingkan dengan rumput laut yang terpapar ice-ice 45,75 % dan 404,23 g/cm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci :** Nutrisi, Karaginan, *K. alvarezii* terpapar ice-ice

### ABSTRACT

*The main source of income for people in Southeast Maluku Regency and Tual City, one of which is the cultivation of Kappaphycus alvarezii seaweed. The problem in cultivating seaweed is when there is an attack of ice-ice disease, which cause a decrease in production yields and quality of K. alvarezii. The target of this research was the nutritional and carrageenan content of K. alvarezii exposed to ice-ice. The parameters observed were nutritional content such as protein, water, ash, fat and carbohydrates as well as carrageenan and gel strenght. The results showed that the nutritional content of K. alvarezii which was exposed to ice-ice, such as 2,01 % protein, 0,14 % fat and 35,74 % carbohydrates, was lower compared to healthy seaweed. However, the water and ash obtained the opposite results, where seaweed exposed to ice-ice was higher, namely 44,66% dan 31,80 %. Carrageenan and gel strenght in healthy seaweed were higher at 58,60 % and 414,86 g/cm<sup>2</sup> compared to seaweed exposed to ice-ice, 45,75 % and 404,23 g/cm<sup>2</sup>.*

**Keywords :** Nutrition, Carrageenan, *K. alvarezii* exposed to ice-ice

## I. PENDAHULUAN

Sumber pendapatan utama masyarakat di Kabupaten Maluku Tenggara dan Kota Tual, salah satunya adalah budidaya rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii*, selain dikarenakan adanya permintaan yang tinggi, harga jual yang layak, baik dijual sebagai produk mentah maupun olahan makanan dan minuman, juga didukung dengan teknologi sederhana dalam pembudidayaan, waktu pemeliharaan singkat serta pengerjaan pascapanen yang efisien (Irmawati & Sudirjo, 2023; Irmawati *et al.*, 2023).

Permasalahan dalam pembudidayaan rumput laut adalah ketika adanya penyakit rumput laut atau ice-ice, yang berdampak pada berkurangnya jumlah produksi, terutama pada saat peralihan musim yang mengubah faktor fisik kimia lingkungan menjadi ekstrim. Kondisi ini mengakibatkan rumput laut menjadi stress, diikuti menurunnya sistem imun tubuh sehingga rentan terhadap infeksi (patogenitas) berbagai jenis bakteri, yang ditandai dengan perubahan warna thalus yang menjadi putih, lunak, rapuh dan mudah patah (Irmawati & Sudirjo, 2017; Irmawati *et al.*, 2023). Pemicu awal serangan penyakit ice-ice adalah kekurangan nutrisi di perairan laut (Maryunus, 2018).

Penelitian terkait bakteri yang teridentifikasi dari rumput laut *K. alvarezii* yang dibudidayakan, baik dari perairan Kabupaten Maluku Tenggara maupun Kota Tual diantaranya yaitu *Vibrio vulnificus*, *Pseudomonas* sp., *Pasteurella* sp., *Vibrio ordalii*, *Aeromonas* sp., *Vibrio fluvialis*, *Vibrio alginolyticus*, dan *Vibrio parahaemolyticus* (Irmawati & Sudirjo, 2015; Irmawati & Sudirjo, 2017); Irmawati *et al.*, 2023; Irmawati & Sudirjo, 2023).

Penyebaran penyakit ice-ice dapat terjadi secara horisontal dengan tingkat infeksi dan patogenitas bakteri yang berbeda-beda sehingga menyebabkan terjadi penurunan kualitas maupun kuantitas dari *K. alvarezii*. Pada rumput laut *Kappaphycus* yang terinfeksi akan menunjukkan terjadinya penurunan warna thalus menjadi lebih muda, thalus mengeluarkan lendir, perubahan warna pada beberapa cabang dan ujung thalus, terdapat bintik putih yang selanjutnya menyebar, warna thalus menjadi putih kekuningan, thalus mudah patah ketika disentuh dan terlepas dari percabangan (Irmawati & Sudirjo, 2017). Penyakit ice-ice menyebabkan dampak yang signifikan terhadap penurunan produksi rumput laut, hasil karaginan, viskositas dan kekuatan gel sebanyak 25-40% dibandingkan dengan rumput laut sehat, akibat perubahan pigmen rumput laut dan pelunakan thalus (Arasamuthu & Edward, 2018; Azizi *et al.*, 2018).

Penelitian tentang kandungan gizi dan karaginan rumput laut telah banyak dilakukan, namun infeksi maupun patogenitas bakteri yang berdampak terhadap kandungan nutrisi dan karaginan *K. alvarezii* masih sangat terbatas.

## MATERI DAN METODE

### Alat dan Bahan

Sampel *K. alvarezii* diambil pada perairan Desa Sathean, dianalisis di Laboratorium Mikrobiologi, dan Laboratorium Pengujian Mutu Hasil Perikanan, Politeknik Perikanan Negeri Tual. Peralatan yang digunakan adalah autoclave, oven, desikator, tanur, hotplate, timbangan analitik, erlenmeyer, gelas ukur, tabung reaksi, blender, buret, pipet tetes, labu kjedahl, labu lemak, gelas vial, gelas piala, beker gelas, corong gelas, mikropipet, kertas lakmus, cawan porselin, spatula, penjepit, kertas saring, aluminium foil,

kertas label, saringan mesh 60, pisau cutter, plastik sampel, wadah klip, baskom, nyiru, sarung tangan, masker. Bahan yang digunakan yaitu *K. alvarezii* yang terpapar ice-ice dan sehat, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Cu kompleks, NaOH, indikator PP, H<sub>2</sub>BO<sub>3</sub>, n-heksan, indikator campuran (metilen merah biru), HCl, etanol, aquades, alumunium foil, tissue, dan sabun.

### Metode Kerja

Sampel rumput laut *K. alvarezii* diseleksi dengan cara memotong bagian cabang thalus yang terpapar ice-ice dan sehat, dibersihkan dari kotoran yang menempel, dengan digoyang-goyangkan pada air laut. Selanjutnya dikering anginkan tanpa cahaya matahari secara langsung sampai menjadi kering  $\pm$  6-7 hari. Sampel basah sebanyak 40 kg akan menghasilkan 4 kg berat kering. Selanjutnya dipotong ukuran kecil-kecil, dihaluskan dengan blender sampai menjadi tepung dan diayak dengan ukuran 60 mesh, dimasukkan dalam plastik sampel dan dianalisis di laboratorium.

Prosedur analisa kandungan nutrisi *K. alvarezii* yakni kadar protein, air, abu, lemak, karbohidrat (AOAC, 2005), karaginan (Winarno, 1990) dan kekuatan gel (AOAC, 2005). Metode AOAC (Association of Official Analytical Chemists) adalah metode yang diakui secara luas dalam bidang analisis kimia karena telah melalui proses validasi ketat dengan hasil yang akurat dan presisi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Nutrisi

Kandungan gizi yang lengkap pada rumput laut seperti protein, lemak, serat kasar, polisakarida dan mineral (Ca, Fe, K, P, Na, I), sehingga rumput laut

dijadikan sebagai bahan pangan alternatif (Yulius *et al.*, 2016). Hasil analisa kandungan nutrisi rumput laut *K. alvarezii* yang terpapar ice-ice dan sehat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan nutrisi *K. alvarezii*

| Parameter       | <i>K. alvarezii</i> |       |
|-----------------|---------------------|-------|
|                 | Ice-Ice             | Sehat |
| Protein (%)     | 2,01                | 2,48  |
| Air (%)         | 44,66               | 28,68 |
| Abu (%)         | 31,80               | 28,12 |
| Lemak (%)       | 0,14                | 0,20  |
| Karbohidrat (%) | 35,74               | 39,66 |

Hasil analisis pada Tabel 1 terlihat perbedaan antara kandungan nutrisi rumput laut yang terpapar ice-ice dan sehat, dimana kadar protein, lemak dan karbohidrat *K. alvarezii* sehat lebih besar melampaui *K. alvarezii* yang terpapar ice-ice. Akan tetapi, hasil sebaliknya didapatkan untuk kadar air dan abu, yang mana rumput laut terpapar ice-ice lebih tinggi dari rumput laut sehat sebesar 44,66% dan 31,80 %. Hasil ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh infeksi bakteri patogen terhadap kandungan nutrisi *K. alvarezii* terutama untuk protein, lemak dan karbohidrat.

Ketika bakteri masuk ke dalam tubuh rumput laut dan melakukan penginfeksi, maka akan membutuhkan energi yang cukup tinggi, sehingga bakteri akan mengambil nutrisi dari rumput laut sebagai inangnya untuk hidup dan bereproduksi. Kandungan nutrisi yang diserap oleh bakteri adalah protein, lemak dan karbohidrat. Sedangkan tingginya kadar air pada *K. alvarezii* yang terpapar ice-ice dikarenakan air

merupakan media yang baik untuk pertumbuhan bakteri.

Infeksi bakteri terjadi ketika ada perubahan faktor abiotik yang ekstrim, maka rumput laut akan mensekresikan zat organik, sejumlah besar senyawa karbon yang menyebabkan thalus berlendir dan menjadikan daerah yang terinfeksi sebagai lingkungan ideal untuk pertumbuhan bakteri karena mengandung nutrisi (Largo *et al.*, 1995; Orbita & Arnaiz, 2014; Oliveira *et al.*, 2017). Pelczar & Chan (1988) menyatakan bahwa bakteri dapat menyebabkan suatu penyakit dikarenakan kemampuannya untuk menempel dan masuk ke dalam tubuh inang, menyerap nutrisi, dapat bertahan hidup, bereproduksi serta bertahan dari sistem pertahanan tubuh inang.

Nutrisi pada rumput laut, ditentukan oleh jenis yang digunakan, lokasi dan habitat, musim, suhu, kondisi pengambilan sampel dan umur panen. (Hardjani *et al.*, 2017; Debbarma *et al.*, (2016).

#### Protein

Pembentukan biomolekul organisme dilakukan oleh protein yang bertindak sebagai makronutrisi (Blanco & Blanco, 2017). Total dari komposisi asam amino pada protein rumput laut,  $\pm$  50% merupakan asam amino esensial (Viera *et al.*, 2018) dan memiliki peran fisiologis penting sebagai prekursor pembentukan hormon (Henggu & Nurdiansyah, 2021) serta biosintesis klorofil (Henrikson., 2000). Asam amino yang paling banyak ditemukan adalah aspartat 0,29 % dan glutamat 0,35 % pada *K. alvarezii* yang tidak fermentasi (Hardjani *et al.*, 2017).

Salah satu fungsi protein adalah sebagai prekursor biosintesa klorofil rumput laut, yang berkaitan dengan proses fotosintesis. Fotosintesis merupakan pembentukan zat makanan, yakni

karbohidrat, sehingga ketika ada infeksi bakteri patogen pada rumput laut, maka akan mengganggu keseimbangan proses fotosintesis. Ketika rumput laut tidak mendapatkan nutrisi, maka pertumbuhan terganggu, dan pada akhirnya akan layu dan mati.

Kandungan protein pada rumput laut terpapar ice-ice sebesar 2,01 % lebih rendah dari *K. alvarezii* sehat 2,48 %. Penelitian Maharany *et al.*, (2017) kadar protein sebesar 2,32 % dan berkisar antara 1,79-1,94 % (Adharini *et al.*, 2020).

Perbedaan spesies, area geografis, kondisi perairan, nutrisi, usia panen, serta pengaruh musim atau cuaca pada saat pemeliharaan akan menentukan jumlah protein pada rumput laut (Balboa *et al.*, 2015; Maharany *et al.*, 2017; Gao *et al.*, 2019).

#### Air

Tingginya kadar air sebesar 44,66 % pada *K. alvarezii* yang terpapar ice-ice dibandingkan dengan rumput laut sehat 28,68 % dikarenakan kandungan zat nutrisi telah berkurang pada thalus rumput laut, akibat adanya infeksi dan patogenitas bakteri. Rumput laut berkadar air tinggi akan cepat mengalami kerusakan akibat berkembangnya mikroorganisme, sehingga kadar air berpengaruh terhadap mutu rumput laut (Aisah *et al.*, 2021).

Menurut SNI 2690-2018 kadar air rumput laut harus kurang dari 38 % atau maksimal 38 % sehingga kadar air pada *K. alvarezii* yang terpapar ice-ice tidak memenuhi standar. Selain itu, semakin berkualitas suatu bahan maka menunjukkan nilai kadar airnya rendah (Tamaheang *et al.*, 2017). Umur panen rumput laut juga menentukan jumlah kandungan air karena sifat hidrofiliknya dan proses pengeringan (Saputra *et al.*, 2021), faktor lingkungan dan

penyimpanan sampel (Gulo *et al.*, 2023) spesies, musim, umur panen dan kondisi perairan (Dewinta *et al.*, 2019).

#### Abu

Kadar abu yang tinggi sebesar 31,80% pada *K. alvarezii* yang terpapar ice-ice dibandingkan *K. alvarezii* sehat 28,12% karena adanya kandungan mineral yang tinggi akibat adanya endapan pasir, karang ataupun zat lainnya yang menempel pada permukaan thalus rumput laut yang mengalami kerusakan dan tidak hilang dengan sempurna ketika proses pembersihan dan pencucian. Insan dan Widyartini (2012); Suryani *et al.*, (2015) semakin rendah kadar abu pada suatu bahan pangan, maka semakin rendah juga kadar mineral atau bahan anorganik dan menunjukkan semakin tinggi tingkat kemurnian agar yang dimiliki, sebaliknya tingginya kadar abu pada suatu bahan, maka semakin tinggi pula kadar mineral atau bahan anorganiknya dan berpengaruh kepada tingkat kemurnian agar yang semakin rendah.

Tingginya kadar abu pada rumput laut coklat berkaitan dengan penyesuaiannya terhadap kandungan mineral tinggi dan kondisi lingkungan serta teknik absorpsi nutrisi mineralnya (Winarni *et al.*, 2021). Kadar abu yang tinggi menunjukkan bahwa mineral yang terserap dan tersimpan pada rumput laut tinggi (Sulfani *et al.*, 2017; Gazali *et al.*, 2018).

Kadar abu yang bervariasi pada rumput laut, disebabkan oleh beberapa faktor, yakni jenis (Kasimala *et al.*, (2017), habitat (De Gaillande *et al.*, (2017), beragamnya mineral, unsur organik, kedalaman perairan dan jarak dari dasar perairan (Venugopal 2010), jumlah dari senyawa anorganik dan garam seperti kalsium, natrium dan kalium (Sudarmadji *et al.*, 2010; Winarno, 1990), umur panen (Saputra *et al.*,

2021), proses pengeringan yang meliputi tipe bahan, teknik pengabuan, waktu dan suhu (Hidayat & Insafitri, 2021). Menurut Vijay *et al.*, (2017) kandungan berat kering rumput laut lebih dari 30% merupakan abu yang terdiri dari bermacam-macam jenis mineral, vitamin, dan zat terkait.

#### Lemak

Kandungan lemak pada rumput laut sehat sebesar 0,20% lebih tinggi dibandingkan pada rumput laut yang terpapar ice-ice 0,14%. Rendahnya kandungan lemak yang didapatkan sesuai dengan pernyataan Venugopal (2010) kandungan lemak rumput laut sedikit. Akan tetapi, kadar lemak pada *K. alvarezii* sehat sesuai dengan pernyataan Winarno (1990) rumput laut memiliki kadar lemak 0,2-3,8 %. Nilai 0,22 % (Tamaheang, 2017), 0,05 % (Adharini *et al.*, 2020).

Kadar lemak pada rumput laut jumlahnya sangat kecil, dikarenakan rumput laut menyimpan cadangan makanannya terutama karbohidrat, khususnya polisakarida seperti laminaran, manitol, alginat, fucoidan, dan selulosa (Winarni *et al.*, 2021).

Berdasarkan berat kering, jumlah kadar lemak total beberapa rumput laut kurang dari 4%, baik pada rumput laut coklat, hijau dan merah (Khairy & El-Shafay 2013). Spesies makroalga pada daerah subtropis memiliki kandungan lemak yang sangat tinggi dibandingkan spesies makroalga yang hidup di daerah tropis yang rendah (Garcia *et al.*, 2016). Kadar Lemak juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti proses pengambilan sampel, waktu pengambilan, dan faktor lingkungan seperti suhu, salinitas, dan kedalaman (Rasyid, 2005).

Polyunsaturated Fatty Acid (PUFA) merupakan penyusun lemak pada rumput laut, khususnya PUFA C18

yang merupakan asam lemak tak jenuh yang sangat dibutuhkan tubuh (Ortiz *et al.*, 2006). Kandungan PUFA berperan dalam antioksidan yang kuat untuk mencegah penyakit-penyakit kardiovaskular, osteoarthritis, dan diabetes (Mendis & Kim, 2011).

#### Karbohidrat

Rumput laut termasuk komoditi yang berkadar karbohidrat tinggi (Loupatty, 2014). Karbohidrat pada rumput laut cokelat terdiri atas fucoidan, laminaran, selulosa dan alginat (Vijay *et al.*, 2017), 3,6-anhidrogalaktosa, D-galaktosa, L-galaktosa, gula alkohol, inositol, ester sulfat (Diharmi *et al.*, 2011), glukosa, manosa, dan galaktosa (Rajapakse dan Kim, 2011) agarose, cellulose, dan hemicellulose (Prabowo *et al.*, 2019).

Kandungan karbohidrat pada rumput laut yang terpapar ice-ice lebih rendah yakni sebesar 35,74 % dan sehat 39,66%. Perbedaan hasil ini dikarenakan aktivitas bakteri patogen yang merusak dan menyerap karbohidrat sebagai sumber nutrisinya. Menurut Goñi *et al.*, (2020) dinding sel ekstraseluler pada rumput laut berperan dalam melindungi sel, dengan kandungan polisakarida tinggi dan bertindak sebagai imunitas bawaan, cadangan fotosintesis serta mengatur perkembangan tubuh. Akan tetapi, hasil penelitian ini melampaui penelitian Maharany *et al.*, (2017) karbohidrat yang didapatkan sebesar 15,8%, 17,58 % (Mautuka, 2024), 27,73-31,53% (Hasmini & Cahyani, 2024).

Struktur dan komposisi karbohidrat pada rumput laut yang bervariasi tergantung pada spesies, usia populasi ganggang, waktu panen, lokasi budidaya, metode pengolahan dan ekstraksi (Manns *et al.*, 2014; Prabowo, *et al.*, 2019).

Kandungan karbohidrat pada rumput laut umumnya berbentuk serat dan

hanya sebagian kecil yang dapat terserap karena tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan manusia, sehingga cocok sebagai makanan diet bagi orang-orang yang menderita obesitas (Kumar *et al.*, (2011). Bahan baku produksi bioetanol (Loupatty, 2014).

#### Kandungan Karaginan

##### Karaginan

Karaginan merupakan getah rumput laut dari jenis *K. alvarezii* diekstraksi dengan air atau larutan alkali yang selanjutnya dilakukan pemisahan karaginan dari pelarutnya (Fardhyanti & Julianur, 2015). Karagenan sangat penting peranannya sebagai pengatur keseimbangan, bahan pengental, pembentuk gel, dan pengemulsi (Wati *et al.*, 2018) koloid pelindung, penggumpal dan pencegah kristalisasi (Fathoni & Arisandi, 2020). Hasil pengujian kandungan karaginan dan kekuatan gel pada rumput laut *K. alvarezii* sehat dan sakit, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan karaginan *K. alvarezii*

| Parameter                         | <i>K. alvarezii</i> |        |
|-----------------------------------|---------------------|--------|
|                                   | Ice-Ice             | Sehat  |
| Karaginan (%)                     | 45,75               | 58,60  |
| Kekuatan Gel (g/cm <sup>2</sup> ) | 404,23              | 414,86 |

Kandungan karaginan pada *K. alvarezii* sehat lebih besar yaitu 58,60 % daripada *K. alvarezii* sakit 45,75 %. Perbedaan hasil ini karena tingginya kandungan air dan akibat infeksi bakteri patogen pada thalus rumput laut yang mempengaruhi kualitas karaginan. Menurut Masthoro & Abdiani (2016) tingginya nilai keragenan dipengaruhi jumlah kadar air dalam jaringan rumput laut karena adanya mekanisme enzimatik yang akan berdampak pada

kuantitas dan kualitas karagenan yang dihasilkan. Sebagaimana hasil pengujian kadar air *K. alvarezii* yang terpapar ice-ice sebesar 44,66 % dan rumput laut sehat 28,68 %.

Infeksi bakteri patogen penyebab penyakit ice-ice berperan dalam penurunan kualitas karagenan. Pada tahap tertentu, kandungan karagenan pada rumput laut mulai menurun karena adanya pemecahan karagenan oleh enzim yang dihasilkan oleh bakteri laut (Fajriyah *et al.*, 2021). Bakteri patogen mendapatkan senyawa organik berupa polisakarida dari karagenan yang terdapat pada permukaan thalus rumput laut (Azizi *et al.*, 2018). Infeksi bakteri patogen pada *K. alvarezii* diawali dengan pelekatan pada permukaan thalus rumput laut, selanjutnya bakteri masuk ke dalam sel untuk melakukan invasi dan penyebaran sehingga menimbulkan kerusakan pada thalus rumput laut yang ditandai dengan perubahan warna menjadi putih (Irmawati & Sudirjo, 2017; Irmawati & Sudirjo, 2023). Rumput laut yang sering terinfeksi penyakit ice-ice adalah yang menghasilkan karagenan atau karaginofit (Maryunus, 2018).

Hasil karagenan pada rumput laut yang terpapar ice-ice dan sehat menunjukkan angka yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan penelitian Kumayanjati & Dwimayasanti (2018) yang menganalisa kualitas karagenan pada tiga lokasi budidaya di Kabupaten Maluku Tenggara, yakni Desa Letman 37,01 %, Desa Letvuan 43,25 % dan Desa Revav 39,94 %. Perbedaan hasil ini dipengaruhi oleh umur rumput laut yang digunakan saat dianalisis yakni 35-40 hari.

Kualitas dan kuantitas dari karagenan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya nutrisi, suhu, gelombang,

cahaya (Poke *et al.*, 2014), pertukaran ion, dan kadar air rumput laut kering (Pongarrang *et al.*, 2013) arus, kualitas air, dan kadar garam (Ferdiansyah *et al.*, 2017), spesies dan faktor eksternal seperti lokasi, ketersediaan nutrisi dan waktu tanam rumput laut (Zainudin, 2016) kedalaman perairan (Hutardo *et al.*, 2008), metode pengolahan, bahan dan zat terlarut, serta usia rumput laut ketika diuji (Khotimah *et al.*, 2019; Asikin & Kusumaningrum, 2019).

#### Kekuatan Gel

*Breaking force* atau kekuatan gel adalah kemampuan dari karagenan rumput laut dalam menghasilkan gel dari cairan, sehingga inilah yang digunakan untuk menentukan kualitas karagenan (Saputra *et al.*, 2021). Pernyataan ini sesuai dengan hasil yang didapatkan, dimana pengujian kekuatan gel pada rumput laut yang terpapar ice-ice lebih rendah yakni sebesar 404,23 dibandingkan rumput laut sehat 414,86 yang sebanding dengan nilai karagenan yang didapatkan.

Nilai kekuatan gel yang didapatkan masih lebih tinggi dari Kumayanjati & Dwimayasanti (2018) dimana hasil analisis kekuatan gel *K. alvarezii* Desa Letman, Desa Letvuan dan Desa Revav di Kabupaten Maluku Tenggara, hanya berkisar antara 83,83-207,5 g/cm<sup>2</sup> (Kumayanjati & Dwimayasanti, 2018).

Kekuatan gel pada rumput laut ditentukan oleh waktu ekstraksi, suhu, kadar alkali (Rizal *et al.*, 2015; Pumpente dan Palawe, 2020; Samodra *et al.*, 2024; Jaya *et al.*, 2019), sulfat (Wulandari, 2010; Sumarni & Sulastri (2017).

#### KESIMPULAN

Infeksi bakteri patogen pada rumput laut berdampak terhadap penurunan kandungan nutrisi dan karagenan *K. alvarezii*, sehingga diperlukan langkah-

langkah konkrit guna pencegahan dan penanganan yang tepat untuk meminimalisir efek negatif dari bakteri penyebab ice-ice seperti pengelolaan budidaya yang baik, perlakuan bibit dengan bahan alami yang bersifat antibakteri, dan rekayasa genetika.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aisah S, Mursalim & Samsuar. (2021). Pengaruh Ketebalan dan Frekuensi Pembalikan dalam Penjemuran Rumput Laut (*Gracilaria* sp.). *Jurnal Agritechno*, 14 (1), 42-50.
- Adharini RI, Setyawan AR, Suadi & Jayanti AD. (2020). Comparison of Nutritional Composition in Red and Green Strains of *Kappaphycus alvarezii* Cultivated in Gorontalo Province, Indonesia. *E3S Web of Conferences* 147, 03029 (2020).
- Arasamuthu A, & Edward JKP. (2018). Occurrence of Ice-ice disease in seaweed *Kappaphycus alvarezii* at Gulf of Mannar and Palk Bay, Southeastern India. *Indian Journal of Geo Marine Sciences*, 47 (6), 1208-1216.
- Asikin AN & Kusumaningrum I. (2019). Karakteristik Fisikokimia Karaginan Berdasarkan Umur Panen yang Berbeda dari Perairan Bontang, Kalimantan Timur. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22 (1), 136-142.
- [AOAC] (Association of Official Analytical Chemists). (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th Edition. Gaithersburg, AOAC International. Maryland. USA.
- Azizi A, Hanafi NM, Basiran MN & Teo CH. (2018). Evaluation Of Disease Resistance And Tolerance To Elevated Temperature Stress Of The Selected Tissue-Cultured *Kappaphycus alvarezii* Doty 1985 Under Optimized Laboratory Conditions. *Biotech*, 8 (8), 321.
- Badan Standarisasi Nasional. (2018). Rumput laut kering. SNI 2690:2018. Jakarta (ID): *Badan Standarisasi Nasional*.
- Balboa E, Gallego-Fabrega M, Moure A & Dominguez H. (2016). Study of the Seasonal Variation on Proximate Composition of Oven-Dried *Sargassum muticum* Biomass Collected in Vigo Ria, Spain. *Journal of Applied Phycology*, 28 (3), 1943-1953.
- Blanco A., & G. Blanco (2017). *Medical Biochemistry. Third Chapters: Proteins*. Academic Press.
- Diharmi A, Fardiaz D, Andarwulan N & Heruwati ES. (2011). Karakteristik Komposisi Kimia Rumput Laut Merah (*Rhodophyceae*) *Eucheuma spinosum* Yang Dibudidayakan Dari Perairan Nusa Penida, Takalar, Sumenep. *Berkala Perikanan Terubuk*, 39 (2), 61-66.
- Debbarma J, Rao MB, Murthy LN, Mathew S, Gudipati V & Ravishankar CN. (2016). Nutritional Profiling of the Edible Seaweeds *Gracilaria edulis*, *Ulva lactuca* and *Sargassum* sp. *Indian Journal of Fisheries*, 63 (3), 81-87.
- De Gaillande C, Payri C, Remoissenet G & Zubia M. (2017). Caulerpa Consumption, Nutritional Value and Farming in the Indo-Pacific Region. *Journal of Applied Phycology*, 29 (5), 2249- 2266.

- Fajriyah SN, Guntarti A & Astuti W. (2021). The Effect Of Drying Methods On Carrageenan Content In Three Seaweed Species (*Kappaphycus alvarezii*, *Eucheuma cottonii*, and *Gracilaria changii*) From Indonesian Waters. *AIP Conference Proceedings*, 2408 (1), 020-049.
- Fardhyanti DS & Julianur SS. (2015). Karakterisasi Edible Film Berbahan Dasar Ekstrak Karagenan Dari Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4 (2), 68-73.
- Fathoni DA & Arisandi A. (2020). Kualitas Karaginan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Pada Lahan Yang Berbeda Di Kecamatan Bluto Kabupaten Sumenep. *Journal Trunojoyo*, 1 (4), 548-557.
- Ferdiansyah R, Yohana A & Abdassah M. (2017). Karakteristik Kappa Karagenan dari *Eucheuma cottonii* Asal Perairan Kepulauan Natuna dan Aplikasinya sebagai Matrik Tablet Apung. *Jurnal Sains Dan Teknologi Farmasi Indonesia*, 6 (1), 14-26.
- Gao X, Choi HG, Park SK, Sun ZM & Nam KW. (2019). Assesment of Optimal Growth Conditions for Cultivation of the Edible Caulerpa okamurae (Caulerpales, Chlorophyta) from Korea. *Journal of Applied Phycology*, 31 (3), 1855-1862.
- Garcia JS, Palacios V & Roldan A. (2016). Nutritional potential of four seaweed species collected in the barbate estuary (Gulf of Cadiz, Spain). *Journal of Nutrition and Food Science*, 6 (3), 1-7.
- Gazali M, Nurjannah & Zamani NP. (2018). Eksplorasi Senyawa Bioaktif Alga Coklat Sargassum sp. Agardh Sebagai Antioksidan dari Pesisir Barat Aceh. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21 (1), 167-178.
- Goñi O, Quille P & O'Connell S. (2020). Seaweed Carbohydrates. *The Chemical Biology of Plant Biostimulants*, 57-95.
- Gulo VEA, Jumsuriza & Ilhamdy AF. (2023). Karakterisasi Asam Amino dan Asam Lemak Rumput Laut Padina sp. Di Malang Rapat Kabupaten Bintan. *Marinade*, 6 (1), 65-71.
- Hardjani KD, Suantika G & Aditiawati P. (2017). Nutritional Profile of Red Seaweed *Kappaphycus alvarezii* after Fermentation using *Saccharomyces Cerevisiae* as a Feed Supplement for White Shrimp *Litopenaeus vannamei* Nutritional Profile of Fermented Red Seaweed. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 11 (4), 1637-1645.
- Hasmini & Cahyani RT. (2024). Profil Makro Nutrisi Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dari Provinsi Kalimantan Utara. *Jurnal Fistech*, 13 (1), 19-19.
- Henrikson R. (2000). *Microalga Spirulina, superalimento del futuro*. Ronore Enterprises. 2a ed. Ediciones Urano, Barcelona, España. p. 222.
- Henggu KU & Nurdiansyah Y. (2021). Review dari Metabolisme Karbohidrat, Lipid, Protein, dan Asam Nukleat. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 3 (2), 9- 17.
- Hurtado AQ, Crithchley AT, Trespoey A & Bleicher-Lhonneur G. (2008). Growth and Carrageenan

- Quality of *K. striatum* var. *Sacol* Grown at Different Stocking Densities, Duration of Culture and Depth. *Journal of Applied Phycology*, 20, 551-555.
- Irmawati Y & Sudirjo F. (2015). Bacteria on *Kappaphycus alvarezii* Seaweed in Taar Village, Tual City. Poster Presentation. *Proceeding of The<sup>1st</sup> International Conference on Applied Marine Science and Fisheries Technology (MSFT)*. Langgur-Kei Islands. 194-196.
- Irmawati Y & Sudirjo F. (2017). Infection *Vibrio* sp. Bacteria on *Kappaphycus* Seaweed Varieties Brown and Green. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol 89, No 1, p. 012016). IOP Publishing.
- Irmawati Y, Renngur PNH, Rahayaan FD & Latar NL. (2023). Bakteri Pada Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Di Perairan Kampus Polikant, Desa Sathean. *Journal of Scientech Research and Development*, 5 (1), 627-633.
- Irmawati Y & Sudirjo F. (2023). Total dan Jenis Bakteri Pada Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Di Musim Penghujan. *Journal of Scientech Research and Development*, 5 (2), 202-209.
- Jaya A, Sumarni NK & Ridhay A. (2019). Ekstraksi dan Karakterisasi Karagenan Kasar Rumput Laut *Eucheuma cottoni*. *Kovalen*, 5 (2), 146-154.
- Kasimala MB, Mebrahtu L, Mehari A & Tsighe N. (2017). Proximate Composition of Three Abundant Species of Seaweeds from Red Sea Coast in Massawa, Eritrea. *Journal of Algal Biomass Utilization*, 8 (2), 44-49.
- Khairy HM & El-Shafay SM. (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.
- Khotimah N, Sulistyio I, Widianingsih, W. (2019). Pemanfaatan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Sebagai Bahan Baku Karagenan Dengan Variasi Konsentrasi Alkali. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan Indonesia*, 3 (1), 1-8.
- Kumar M, Gupta V, Kumari P & Reddy CRK. (2011). Assesment of Nutrien Composition and Antioxidant Potential of Caulerpaceae Seaweeds. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24 (2), 270-278.
- Kumayanjati B & Dwimayasanti R. (2018). Kualitas Karagenin Dari Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Pada Lokasi Berbeda Di Perairan Maluku Tenggara *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 13 (1). 21-32.
- Largo D, Fukuhami K & Nishijima T. (1995). Occasional Pathogenic Bacteria Promoting Ice-Ice Disease In The Carrageenan-Producing Red Algae *Kappaphycus alvarezii* and *Eucheuma denticulatum* (Solieriaceae, Gigartinales, Rhodophyta). *Journal of Applied Phycology*, 7, 545-554.
- Loupatty VD. (2014). Pemanfaatan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Sebagai Bahan Baku Bioetanol *Seminar Nasional Basic Science VI*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Pattimura, Ambon. 307-313.

- Maharany F, Nurjanah, Suwandi R, Anwar E & Hidayat T. (2017). Kandungan Senyawa Bioaktif Rumput Laut *Padina australis* dan *Eucheuma cottonii* sebagai Bahan Baku Krim Tabir Surya. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20 (1), 10-17.
- Manns D, Deutschle AL, Saake B & Meyer AS. (2014). Methodology for Quantitative Determination of the Carbohydrate Composition of Brown Seaweeds (Laminariaceae). *Royal Society Of Chemistry*, 4 (49), 25736–25746.
- Maryunus RP. (2018). Pengendalian Penyakit Ice-Ice Budidaya Rumput Laut, *Kappaphycus alvarezii*: Korelasi Musim Dan Manipulasi Terbatas Lingkungan. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 10 (1), 1-10.
- Masthoro S & Abdiani IM. (2016). Studi Kandungan Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus* sp. Pada Umur Panen Yang Berbeda. *Jurnal Harpodon Borneo*, 9 (1), 78-85.
- Mautuka A, Oedjoe MDR & Salosso Y. (2024). Pertumbuhan dan Kandungan Karagenan Dengan Seleksi umur Bibit Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Di Perairan Desa Oenaek. *Jurnal Vokasi Ilmu-Ilmu Perikanan*, 4 (2). 255-261.
- Mendis, E. & Kim S. (2011). Present and Future Prospects of Seaweeds in Developing Functional Foods. In: *Marine Medicinal Foods. Implications and Applications, Macro and Microalgae. Academic Press*.p7.
- Rajapakse N & Kim SK. (2011). Nutritional and Digestive Health Benefits of Seaweed. *Advances in Food and Nutrition Research*, 64, 17-28.
- Rasyid AJ. (2005). Studi Kondisi Fisika Oseanografi Untuk Kesesuaian Budidaya Rumput Laut di Perairan Pantai Sinjai Timur. *Jurnal TORANI*, 15 (2), 73- 80.
- Rizal M, Mappiratu & Razak AR. (2016). Optimalisasi Produksi Semi Refined Caraginan (SRC) dari Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). *Kovalen*, 2 (1), 33-38.
- Samodra Y, Rokhmah LN & Prayitno. (2024). Optimasi Produk Semi Refined Carrageenan Melalui Pendekatan Proses Ekstraksi. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 12 (2), 145–153.
- Saputra SA, Yulian M & Nisahi K. (2021). Karakteristik dan Kualitas Mutu Karaginan Rumput Laut Indonesia. *Lantanida Journal*, 9 (1), 25-37.
- Sudarmadji S, Haryono B & Suhardi. (2010). *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Sulfani, Sukainah A & Mustarin A. (2017). Pengaruh Lama dan Suhu Pengasapan Panas Terhadap Mutu Ikan Lele Asap. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 3 (1), 93-101.
- Sumarni NK & Sulastri E. (2017). Ekstraksi Dan Karakterisasi Dari Rumput Laut Jenis *Eucheuma cottoni*. *Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY 2017*. Yogyakarta. 361-366.
- Suryani I, Waluyo S & Ali M. (2015). Karakteristik Kualitas Karaginan Dari Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Dengan Perlakuan Bleaching Yang Berbeda: Kajian Kualitas Organoleptik dan Proksimat. *Jurnal Teknik*

- Pertanian Lampung*, 4 (3), 161-168.
- Tamaheang T, Makapedua DM & Berhimpon S. (2017). Kualitas Rumput Laut Merah (*Kappaphycus alvarezii*) dengan Metode Pengeringan Sinar Matahari dan Cabinet Dryer, Serta Rendemen Semi-Refined Carrageenan (SRC). *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 5(2), 58-63.
- Orbita ML & Arnaiz JA. (2014). Seasonal Changes in Growth Rate and Carrageenan Yield of *Kappaphycus alvarezii* and *Kappaphycus striatum* (Rhodophyta, Gigartinales) Cultivated in Kolambugan, Lanao del Norte. *Advances in Agriculture & Botany*, 6 (2), 134-144.
- Ortiz J, Romero N, Robert P, Araya J, Lopez-Hernandez J & Bozzo C. (2006). Dietary Fiber, amino Acid, Fatty Acid and Tocopherol Contents of the Edible Seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*. *Food Chemistry*, 99, 98-104.
- Pelczar MJ & Chan ECS. (1988). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Poke AM, Gerung GS & Montolalu RI. (2014). Study on Carrageenan Content and Growth of Seaweed, *Kappaphycus alvarezii*, Infected by White Spot Disease Using Different Doses of NPK in Banggai Islands. *Aquatic Science & Management*, Edisi Khusus 2, 31-35.
- Pongarrang D, Rahman A & Iba W. (2013). Pengaruh Jarak Tanam dan Bobot Bibit terhadap Pertumbuhan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) menggunakan Metode Vertikultur. *J. Mina Laut Indonesia*, 3 (12), 94-112.
- Prabowo YW, Kurniasari R & Anggadiredja J. (2019). Pengaruh Lokasi dan Waktu Panen Terhadap Kandungan Karbohidrat pada Rumput Laut *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24 (2), 97-104.
- Pumpente OI & Palawe JFP. (2020). Sifat Fungsional Semi Refined Carrageenan (SRC) dari Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* Asal Kabupaten Sangihe. *Jurnal Ilmiah Tindakan*, 6 (1), 31-36.
- Venugopal S. (2010). Food and Nutrition. *Departement, Faculty of family and Community*.
- Vijay K, Balasundari S, Jeyashakila R, Velayathum P, Masilan K & Reshma R. (2017). Proximate and mineral composition of brown seaweed from Gulf of Mannar. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5 (5), 106-112.
- Vieira EF, Soares C, Machado S, Correia M, Ramalhosa MJ, Oliva-Teles MT, Carvalho AP, Domingues VF, Antunes F, Morais S & Delerue-Matos C. (2018). Seaweeds from the Portuguese Coast as a Source of Proteinaceous Material: Total and Free Amino Acid Composition Profile. *Food Chemistry*, 269, 264-275.
- Wati J, Heyani H & Nugroho A. (2018). Produksi Saus Kaya Serat berbahan Semi Refined Carrageenan (SRC) dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii*. *JTAM Inovasi Agroindustri*, 1 (1), 48-61.

- Winarno FG. (1990). *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Wulandari R. (2010). Pembuatan Karagenan dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dengan Dua Metode. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Winarni S, Zinuri M, Endrawati H, Setyawan A & Wangi AP. (2021). Analysis Proximate of *Sargassum* Seaweed sp. *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing. 1-5.
- Yulius F, Kusumaningrum I & Hasanah R. (2016). Pengaruh Lama Perebusan Terhadap Mutu Karaginan dari Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*). *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*, 21 (2), 41-47.
- Zainuddin F. (2016). Kualitas Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus Alvarezii* Asal Maumere dan Tembalang Pada Budidaya Sistem Longline. *Jurnal Agrominansia*, 1 (2), 117-128.