

## KANDUNGAN KARAGENAN DAN KEKUATAN GEL *Kappaphycus alvarezii* HASIL BUDIDAYA TEKNOLOGI KULTUR JARINGAN SECARA MASSAL BASMINGRO

Rully Tuiyo<sup>1\*</sup>, Zulkifli Arsalan MoO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Budidaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Negeri Gorontalo,  
Jl. Jenderal Sudirman No.06, Kota Gorontalo 96128, Gorontalo, Indonesia

Diterima November 27--2022; Diterima setelah revisi Januari 18-2022; Disetujui Januari 20-2023

\*Korespondensi: [rullytuiyo2017@gmail.com](mailto:rullytuiyo2017@gmail.com)

### ABSTRAK

Rumput laut merupakan salah satu tanaman laut yang tumbuh dan tersebar di seluruh wilayah perairan Gorontalo terutama di perairan Gorontalo Utara. Penurunan produksi rumput laut disebabkan bibit yang digunakan sudah mengalami penurunan kualitas dan kuantitas, maka perlu digunakan teknik kultur jaringan secara massal basmingro dalam budidaya upaya peningkatan produksi rumput laut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan karagenan dan kekuatan gel hasil budidaya rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) dengan menggunakan teknologi kultur jaringan secara massal basmingro. Penelitian ini terdiri atas pengujian karagenan dan kekuatan gel hasil panen rumput laut. Hasil penelitian menunjukkan kandungan karagenan *K. alvarezii* kultur jaringan yaitu 34%, dan rumput laut non kultur jaringan 31,05%. Kekuatan gel rumput laut kultur jaringan 496,36 g/cm<sup>2</sup>, dan rumput laut non kultur jaringan 406,59 g/cm<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa teknik kultur jaringan secara massal basmingro dapat meningkatkan kualitas dari rumput laut.

**Kata kunci:** mutu rumput laut; kultur jaringan; gorontalo utara; kekuatan gel; karagenan

### Cargenan Content and Gel Strength of *Kappaphycus alvarezii* Results of Tissue Culture Technology Cultivation in Mass Basmingro

### ABSTRACT

Seaweed is one of the marine plants that grows and spreads throughout the waters of Gorontalo, especially in the waters of North Gorontalo. The decline in seaweed production is due to the fact that the seeds used have decreased in quality and quantity, so it is necessary to use basmingro mass tissue culture techniques in cultivating efforts to increase seaweed production. This study aims to determine the carrageenan content and gel strength of cultivated seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) using basmingro mass tissue culture technology. This research consists of testing carrageenan and gel strength of seaweed harvested. The results showed that the carrageenan content of *K. alvarezii* in tissue culture was 34%, and that of non-tissue cultured seaweed was 31.05%. The gel strength of tissue culture seaweed was 496.36 g/cm<sup>2</sup>, and that of non tissue culture seaweed was 406.59 g/cm<sup>2</sup>. This shows that the basmingro mass tissue culture technique can improve the quality of seaweed.

**Keywords:** quality of seaweed; plant tissue isolation method; north gorontalo; gel strength; carrageenan

## PENDAHULUAN

Rumput laut merupakan salah satu tanaman laut yang tumbuh dan tersebar di seluruh wilayah perairan Indonesia. Rumput laut juga merupakan salah satu jenis komoditas unggulan budidaya yang dimiliki oleh Indonesia. Berdasarkan FAO (2010), tanaman air yang dibudidayakan dan diperdagangkan di dunia berjumlah 33 spesies. Produksi rumput laut di Indonesia berasal dari hasil budidaya di laut dan tambak maupun hasil pengambilan dari alam. Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan, bahwa sekitar 99,73% produksi rumput laut Indonesia berasal dari hasil budidaya.

Secara umum, budidaya rumput laut Indonesia masih dilakukan dengan cara tradisional, sederhana, dan belum banyak mendapat perubahan secara teknologi dari luar. Dalam budidaya rumput laut, perlu diperhatikan beberapa faktor diantaranya (1) pemilihan lokasi yang memenuhi persyaratan bagi jenis rumput laut yang akan dibudidayakan. Hal ini perlu karena ada perlakuan yang berbeda untuk tiap jenis rumput laut, (2) pemilihan atau seleksi bibit, penyediaan bibit, dan cara pembibitan yang tepat. Hal ini perlu diperhatikan karena merupakan faktor penting dalam menentukan keberhasilan usaha budidaya rumput laut adalah penggunaan bibit yang dimana harus memiliki kualitas baik yaitu bibit yang dapat tumbuh dengan cepat dan memiliki cabang yang banyak dan bebas dari serangan penyakit (3) metode budidaya yang tepat, (4) pemeliharaan selama musim tanam, dan (5) metode panen dan perlakuan pascapanen yang benar. Salah satu jenis rumput laut yang sering dibudidayakan adalah *Kappaphycus alvarezii*. *K. alvarezii* atau biasa dikenal dengan *Eucheuma cottonii*. Rumput laut jenis ini merupakan salah satu jenis rumput laut penghasil karagenan. Karagenan mempunyai kemampuan untuk membentuk gel. Nilai komposisi kimia pada karagenan secara signifikan dapat dipengaruhi oleh suhu dan lama waktu ekstraksi. Kualitas karagenan biasanya dapat dilihat berdasarkan nilai kekuatan gel dan viskositas (Montolalu *et al.*, 2008). Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* sudah umum dibudidaya oleh petani di Indonesia yang dikenal dengan kualitasnya yang baik dan banyak diminati oleh industri karena mengandung sumber karagenan, agar-agar dan alginat yang cukup tinggi. Hal inilah yang menjadikan rumput laut merupakan salah satu komoditas unggulan dalam perdagangan dunia dan Indonesia menjadi salah satu negara penyuplai bahan baku rumput laut (Pongarrang *et al.*, 2013).

Menurut Mulyaningrum (2018), petani rumput laut dalam melakukan budidaya rumput laut selalu menggunakan bibit dari sebagian rumput laut yang telah dipanen dan dilakukan secara berulang, sehingga mengakibatkan penurunan produksi, hal ini disebabkan bibit yang digunakan sudah tidak sehat. Penggunaan bibit dari sumber yang sama secara berulang-ulang akan berakibat terjadinya "pelunturan

genetika”, yang berdampak terhadap menurunnya produktivitas, menurunnya kandungan karagenan dan kekuatan gel serta meningkatnya kerentanan terhadap penyakit. Salah satu upaya dalam peningkatan produksi rumput laut yaitu penggunaan kultur jaringan pada rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. Sulistyarningsih, (2021) menyatakan bahwa penggunaan media kultur jaringan yang sesuai merupakan syarat yang harus terpenuhi pada kultur jaringan. Komposisi media sangat menentukan keberhasilan teknik kultur jaringan. Menurut Maryunus (2017) menjelaskan bahwa bibit rumput laut hasil kultur jaringan, lebih tahan terhadap serangan penyakit dan perubahan kondisi lingkungan. Salah satu komponen media yang sangat diperlukan bagi pertumbuhan dan regenerasi adalah zat pengatur tumbuh. Pada induksi *thallus* rumput laut *K. alvarezii*, proses morfogenesis filament *thallus* dipengaruhi aplikasi zat pengatur tumbuh. Modifikasi zat pengatur tumbuh faktor penentu keberhasilan pembentukan tunas. Selain penggunaan teknik kultur jaringan dalam penelitian ini juga menggunakan pupuk basmingro sebagai zat pengatur tumbuh yang optimal bagi regenerasi filamen *thallus* rumput laut *K. alvarezii*, yang diharapkan pupuk basmingro ini sebagai faktor penentu keberhasilan pembentukan tunas pada kultur jaringan rumput laut *K. alvarezii* karena itu perlunya dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan karagenan dan kekuatan gel hasil budidaya rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) dengan menggunakan teknologi kultur jaringan secara massal basmingro.

## **METODE PENELITIAN**

### ***Alat dan Bahan***

Alat yang digunakan adalah tali jangkar PE 12, tali bantalan PE 10, tali ris PE 4, tali rapia, pelampung bantalan, keranjang rotan, timbangan dan pelampung botol. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut, basmingro, karet pengikat, karung, terpal dan pisau.

### ***Prosedur Kerja***

Penelitian dilakukan di perairan Popalo Kecamatan Anggrek Kabupaten Gorontalo Utara. Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dibersihkan dicuci dengan air laut, selanjutnya di ambil bagian puncak dipotong-potong sebanyak 50 gr per ikat yang direndam dengan dosis basmingro dua (2) tetes/Ltr air laut selama 15-18 jam. Budidaya rumput laut menggunakan metode longline. Panen tahap pertama dilakukan pada umur rumput laut 20 hari dan dilakukan pengukuran pertumbuhan spesifik. Serta Panen tahap kedua dilakukan pada umur rumput laut 42 hari dilakukan pengukuran berat total produksi biomassa dan laju pertumbuhan spesifik pada rumput laut.

## **Prosedur pengujian**

### **Pertumbuhan berat rumput laut**

Pertumbuhan berat mutlak adalah selisih berat total pada akhir pemeliharaan dan awal pemeliharaan. Perhitungan pertumbuhan berat mutlak dapat dihitung dengan rumus (Effendi, 2003) :

$$W = W_t - W_o$$

Keterangan: W = laju pertumbuhan mutlak (g)

$W_t$  = bobot rumput laut rata-rata akhir pemeliharaan (g)

$W_o$  = bobot rumput laut rata-rata awal pemeliharaan (g)

### **Rendemen karagenan**

Karagenan dilakukan berdasarkan modifikasi Winarno (1990). Tepung alga (A gram) ditimbang sebanyak 5 gram, diekstraksi dengan air panas sebanyak 300 ml (1:60), pada suhu 85-95°C dalam suasana basa pH 8-9 selama 4 jam. Hasil ekstraksi yang diperoleh disaring dengan kain halus, kemudian filtrat dipekatkan sampai kira-kira 150 mL dengan pemanasan. Filtrat di tambah larutan etanol (alkohol 95%) dengan menggunakan gelas ukur sebanyak 200 mL untuk mengendapkan karagenan. Dibiarkan semalam dan endapan yang terbentuk disaring kembali dengan kain halus dan endapan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 8 jam. Karagenan kering ditimbang (B gram) untuk diketahui beratnya. Untuk mendapatkan persentase karagenan digunakan rumus :

$$\text{Karagenan}(\%) = \frac{\text{Berat karaginan (B)}}{\text{Berat sampel (A)}} \times 100$$

### **Kekuatan Gel**

Pengukuran kekuatan gel dilakukan dengan menggunakan metode Gel Strength CZAPKE (1979), yang disederhanakan oleh Hatta dan Hermiati (1992). Larutan karagenan 2 % dipanaskan dengan larutan KC1 dengan konsentrasi 0,3 %. Filtrat yang diperoleh dituangkan ke dalam 3 buah tabung reaksi sebanyak 15 mL. Kemudian tabung reaksi dipasang pada alat pengukur kekuatan gel. Setelah itu beban (M) diletakkan pada piring piston bagian atas dan di mulai beban yang ringan. Kunci piston dibuka dengan hati-hati, dibiarkan piring piston pada bagian bawah (A) bergerak lambat ke bawah sampai mengenai permukaan gel dan dibiarkan beberapa saat. Bila permukaan tidak tembus, maka beban ditambah lagi secara hati-hati. Setiap penambahan beban dibiarkan piston beberapa detik di atas permukaan gel, diamati

gerakannya. Perlakuan mi dilakukan terus sampai satu saat beban cukup berat dan piston bagian bawah mampu menembus permukaan gel. Kekuatan gel dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kekuatan Gel} = \frac{M}{A} \text{ gram/cm}^2$$

### **Analisis Data**

Analisis data diperlukan untuk mendapatkan kesimpulan dari percobaan yang dilakukan. Analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis secara deskriptif yang diolah menggunakan Microsoft Excel 2010.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Laju Pertumbuhan Berat *K. alvarezii***

Pertumbuhan dapat diartikan sebagai perubahan ukuran suatu organisme yang dapat berupa berat atau panjang dalam waktu tertentu. Biomassa rumput laut sangat tergantung pada musim, struktur populasi dan beberapa faktor ekologi lainnya, variabel fisiko-kimia terutama unsur hara berkontribusi pada perbanyakan *thallus* (pertumbuhan rumput laut) Kasmianti *et al.*, (2021). Hasil pengamatan pertumbuhan berdasarkan berat rumput laut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Pertambahan Berat Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*

Pengamatan 20 hari ke	Berat Rumput Laut (kg)
0	8
1	25
2	94
3	402

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan berat rata-rata rumput laut yang dibudidayakan menggunakan teknik kultur jaringan secara massal basmingro mengalami peningkatan berat dalam setiap pengamatan. Hal ini diduga karena jumlah nutrisi dalam media seimbang sehingga proses osmotik berjalan dengan lancar. Konsentrasi nutrisi yang tepat tidak akan merubah tekanan osmotik secara cepat, sehingga pertukaran air dan zat hara berjalan lancar serta proses metabolisme yang berjalan baik akan menghasilkan pertumbuhan optimal (Harahap *et al.*, 2022). Silviana (2009) menjelaskan bahwa pertumbuhan rumput laut yang baik dapat disebabkan karena nutrisi yang tersedia seimbang antara

makro dan mikro nutrient. Kasmiasi *et al.*, (2021) ketersediaan nutrisi seperti nitrat dan fosfat di lokasi kultur juga berperan penting dalam laju pertumbuhan relatif rumput laut.

Pertumbuhan berat rumput laut selain dipengaruhi pupuk organik basmingro yang digunakan, dipengaruhi juga dengan teknik budidaya kultur jaringan merupakan salah satu cara atau teknik untuk memperbanyak tanaman secara aseptik yang ditujukan kepada bagian sel atau jaringan dari suatu tanaman. Ciri teknik kultur jaringan adalah kondisi kultur yang aseptis, penggunaan media kultur buatan dengan kandungan nutrisi lengkap dan kondisi lingkungan yang sesuai. Lingkungan yang sesuai dapat dipengaruhi dengan menentukan media tumbuh yang sesuai dan menempatkan pada kondisi yang terkendali berkaitan dengan intensitas dan periodesitas, cahaya, temperatur dan kelembaban serta keharusan sterilisasi (Ismariani *et al.*, 2019)

### **Rendemen karagenan *K. alvarezii***

Karagenan adalah suatu kelompok sulfat polisakarida yang terdapat dalam matriks interseluler dari dinding sel alga merah. Karagenan merupakan salah satu parameter penentu kualitas rumput laut. Semakin tinggi kandungan karagenan maka akan semakin baik karena dapat meningkatkan nilai ekonomi rumput laut. Hasil analisis rendemen karagenan *Kappaphycus alvarezii* kultur jaringan yaitu 34%, sedangkan rumput laut non kultur jaringan 31,05%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Cokrawati *et al.*, (2012) bahwa kandungan karagenan rumput laut hasil kultur jaringan yaitu 14,44 g dan karagenan rumput laut lokal yaitu 10,02 g. Rizki *et al* (2008), bibit makroalga *Eucheuma cottonii* hasil kultur jaringan memiliki kandungan karagenan terbaik sebesar 30,8% dengan masa panen selama 40 hari. Armin *et al.*, (2020) kandungan karagenan kultur jaringan dengan masa panen 45 hari sebesar 58,74% lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol 52,90%. Menurut Syamsuar (2006) persyaratan produk randemen karagenan yang ditetapkan oleh departemen perdagangan RI, yaitu minimal sebesar 25%, sedangkan standar mutu yang ditetapkan oleh FAO yaitu >25% (Magfiroh, 2016).

Tingginya kadar karagenan rumput laut dari hasil kultur jaringan secara massal basmingro dikarenakan hasil kultur jaringan lebih banyak menghasilkan *thallus muda*, sehingga pertumbuhannya lebih cepat dan tahan terhadap penyakit. Sel pada *thallus muda* terus membelah sehingga pertumbuhan terus terjadi. Sedangkan bibit lokal berasal dari stek *thallus* sudah tua dan tidak dilakukan pemilihan secara kualitas dengan detail. Bibit lokal diambil pembudidaya dari sebagian hasil panen yang mereka dapatkan, umurnya pun tidak diperhatikan, sehingga pertumbuhan rumput laut tidak optimal. Hal ini juga dikarenakan gerakan air yang kontinyu dan kualitas air yang kurang baik, sehingga kadar karagenan yang didapat pada

rumpaut laut lokal lebih sedikit dibandingkan dengan rumpaut laut kultur jaringan basmingro. Kandungan karagenan makroalga dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti suhu, cahaya, nutrisi dan gelombang (West, 2001).

### **Kekuatan Gel *K. alvarezii***

Kekuatan gel diinterpretasikan sebagai kemampuan gel untuk menahan beban statis yang mengenai permukaan gel seluas satu centimeter persegi. Kemampuan polisakarida membentuk gel dimanfaatkan berbagai industri, karena kekuatan gel merupakan salah satu indikasi kualitas suatu polisakarida alga. Kekuatan gel rumpaut laut kultur jaringan secara massal basmingro 496,36 g/cm<sup>2</sup>, sedangkan rumpaut laut non kultur jaringan 406,59 g/cm<sup>2</sup>. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kekuatan gel *K. alvarezii* yang di budidaya menggunakan teknik kultur jaringan secara massal basmingro mendekati standar mutu yang telah di terapkan oleh FAO, yaitu sebesar >500 g/cm<sup>2</sup> (Magfiroh, 2016). Menurut Campo *et al.*, (2009) pembentukan gel merupakan hasil *crosslinking* antara rantai *heliks* yang berdekatan, dengan grup sulfat menghadap ke bagian luar. Kelarutan dalam air sangat dipengaruhi kadar grup sulfat (bersifat hidrofilik) dan kation dalam karagenan. Kation yang terionisasi yang dijumpai dalam karagenan adalah sodium (Na), potasium (K), calsiium (Ca), dan magnesium (Mg). Banyaknya fraksi sulfat dan keseimbangan kation dalam air menentukan kekentalan atau kekuatan gel yang dibentuk karagenan.

Wenno (2009) menyatakan bahwa umur panen juga mempengaruhi kekuatan gel karagenan. Umur panen 50 hari memberikan nilai kekuatan gel tertinggi dan berbeda nyata dengan umur panen 40, 45, dan 55 hari. Semakin tua umur panen kekuatan gel karagenan cenderung meningkat. Pertambahan umur panen akan meningkatkan kandungan 3,6-anhidrogalaktosa dan menurunkan kandungan sulfat. Suryaningrum (1988) dalam Wenno *et al.*, (2012) menjelaskan bahwa pembentukan gel pada karagenan merupakan pengendapan yang melibatkan ikatan ionik antara kation logam tertentu dengan muatan negatif dari gugus ester sulfat. Apabila jumlah gugus ester sulfat lebih banyak, maka sulfat tersebut akan berikatan dengan air. Untuk itu jika kandungan sulfat pada karagenan tinggi maka kerangka tiga dimensi akan banyak menyerap air. Hal ini karena sifat hidrofilik dari rumpaut laut tersebut maka air akan berikatan dengan komponen-komponen lain selain karagenan dalam bentuk air terikat. Gel karagenan yang demikian ini apabila diberi tekanan akan sulit untuk mempertahankan bentuknya sehingga nilai kekuatan gelnya rendah. Nilai kekuatan gel yang semakin besar disebabkan oleh semakin kecilnya kadar sulfat dan viskositas karagenan murni. Selain itu, proses pembentukan gel bergantung dari jumlah air yang dicampurkan ke dalam ekstraksi

rumpaut laut. Semakin banyak kandungan air, maka gel tersebut akan semakin sulit untuk dapat mempertahankan bentuknya apabila mendapat tekanan, sehingga kekuatan gelnya bernilai rendah.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa metode teknik kultur jaringan secara massal basmingro mampu memberikan peningkatan kualitas kandungan karagenan dan kekuatan gel pada rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang dibudidayakan. Kandungan karagenan *Kapapycus alvarezii* kultur jaringan yaitu 34%, dan rumput laut non kultur jaringan 31,05%. Kekuatan gel rumput laut kultur jaringan 496,36 g/cm<sup>2</sup>, dan rumput laut non kultur jaringan 406,59 g/cm<sup>2</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, A., Nirmala, K., & Budiardi, T. (2015). Produksi, rendemen dan kekuatan gel tiga varietas rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang dibudidaya dengan metode long line. *Jurnal Kelautan Nasional*, 10(1), 45-53.
- Armin, Aslan, L. O. M., & Patadjai, A. B. (2020) Steak Menggunakan Dua Sumber Bibit Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) Yang Berbeda. *Jurnal Sains dan Inovasi Perikanan*, 4(1),12-21.
- Baiq Sri Ismariani, B. S. I., Aluh Nikmatullah, A. N., & Nunik Cokrowati, N. C. (2019) Pertumbuhan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) Hasil Kultur Jaringan Yang Ditanam Dengan Berat Bibit Yang Berbeda. *Jurnal Perikanan*, 9(1), 93-100
- Bambang Priono. (2013). Budidaya Rumput Laut Dalam Upaya Peningkatan Industrialisasi Perikanan. *eJurnal Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan*.
- Campo, V.L., Kawano, D.F., Junior, D.B.S., & Carcalho, I. (2009.) Carrageenans: Biological Properties, Chemichal Modifiactions and structural Analysis. A Review. *Carbohydrate Polymer*, 77,167-180.
- Cokrowati, N., Diniarti, N., Setyowati, D. N. A., & Mukhlis, A. (2020). Pertumbuhan Rumput Laut Lokal Dan Rumput Laut Hasil Kultur Jaringan Performance Growth Of Local And Tissue Culture Seaweed *Kappaphycus alvarezii*. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(1), 61-65.
- Dwimayasanti, R. (2018). Kualitas Karagenan dari Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* pada Lokasi Berbeda di Perairan Maluku Tenggara. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 13(1), 21-31.
- Failu, I., Supriyono, E., & Suseno, S. H. (2016). Peningkatan Kualitas Karagenan Rumput Laut *Kappaphycus Alvarezii* Dengan Metode Budidaya Keranjang Jaring. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 15(2), 124-131.
- Harahap, A., Pramesti, & R., Ridlo, A. (2022). Pertumbuhan Rumput Laut *Gracilaria* sp. Terhadap Variasi Dosis Media Walne. *Journal of Marine Research*, 11(3), 557-566.



- Ismariani, B. S., Nikmatullah, A., & Cokrowati, N. (2019). Pertumbuhan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) Hasil Kultur Jaringan Yang Ditanam Dengan Berat Bibit Yang Berbeda. *Jurnal Perikanan*, 9(1), 93-100.
- Kasmiati, Fachrudi, L., Alam, J. F., Mulyani, A., Said, R. D., & Suryani. (2021). Paradigma Baru Pengelolaan Rumput Laut Menggunakan Pupuk Padat Organik. Badan Perencanaan Pembangunan Penelitian Dan Pengembangan Daerah. Provinsi Sulawesi Selatan.
- Maghfiroh, Y. (2016). Pengaruh Penggunaan Isopropanol Dengan Konsentrasi Yang Berbeda Terhadap Nilai Rendemen Karaginan Yang di Ekstrak Dari Rumput Laut *Halymenia durvillei*. [Skripsi] Universitas Airlangga. Surabaya.
- Sulistyaningsih, S., & Suryaningsih, Y. (2021). Pengembangan Rumput Laut Berbasis Kultur Jaringan Di Besuki. *CERMIN Jurnal Penelitian*, 5(1), 159-168.
- Wenno, M. R. (2009). Karakteristik Fisiko Kimia Karaginan dari *Eucheuma cottoni* pada Berbagai Bagian Thalus, Berat Bibit dan Umur Panen. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wenno, M. R., Thenu, J. L., & Lopulalan, C. G. C. (2012). Karakteristik Kappa Karaginan Dari *Kappaphycus alvarezii* Pada Berbagai Umur Panen. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 7(1), 61-67.