

**PENGARUH DOSIS PUPUK NPK DAN ZA TERHADAP  
PERTUMBUHAN *Gracilaria changii* SKALA  
LABORATORIUM**

**SKRIPSI**



Oleh:

**BAYU SAMUDRA**  
G0221009

**PROGRAM STUDI AKUAKULTUR  
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT  
2025**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul

### PENGARUH DOSIS PUPUK NPK DAN ZA TERHADAP PERTUMBUHAN *Gracilaria changii* SKALA LABORATORIUM

Diajukan oleh:

BAYU SAMUDRA  
G0221009

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui pada tanggal:

Pembimbing Utama

Dr. Nur Indah Sari Arbit, S.Si., M.Si.  
NIP. 198901192015042005

Pembimbing Anggota

Firmansyah Bin Abd Jabbar, S.Pi., M.Sc.  
NIP. 198806112019031005

Mengetahui

Dekan Fakultas Peternakan dan Perikanan  
Universitas Sulawesi Barat



Prof. Dr. Ir. Sitti Nurani Sirajuddin, S.Pt., M.Si., IPU., ASEAN Eng.

NIP. 197104211997022002

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Bayu Samudra  
Nomor Induk Mahasiswa : G0221009  
Program Studi : Akuakultur  
Fakultas : Peternakan dan Perikanan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Kar Karya tulis ilmiah saya (skripsi) ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister dan/atau doctor) baik di Universitas Sulawesi Barat maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau gagasan/pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Majene, 23 September 2025

Yang membuat pernyataan



Bayu Samudra  
NIM. G0221009

## **ABSTRAK**

**BAYU SAMUDRA (G02 21 009) Pengaruh Dosis Pupuk Npk Dan Za Terhadap Pertumbuhan *Gracilaria changii* Skala Laboratorium. Dibimbing oleh NUR INDAH SARI ARBIT Sebagai Pembimbing Utama dan FIRMANSYAH BIN ABD JABBAR Sebagai Pembimbing Anggota.**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis pupuk NPK dan ZA terhadap pertumbuhan *Gracilaria changii*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Maret 2025 selama 35 hari, di Desa Totoli, Kecamatan Banggae, Kabupaten Majene, Provinsi Sulawesi Barat. Penelitian ini mengambil metode Rancangan Acak Lengkap (RAL), 4 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Analisis data dilakukan menggunakan analisis data statistik di Excel. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dosis pupuk NPK dan ZA yang dilakukan didalam laboratorium kurang efektif terhadap laju pertumbuhan *Gracilaria changii*. Laju pertumbuhan mutlak yang diperoleh dari perlakuan A (NPK 1g/l : TSP 1g/l) yaitu -173,6 g, perlakuan B (NPK 0,5g/l : ZA 1g/l) -156 g, perlakuan C (NPK 1g/l : ZA 1g/l) -100 g dan pada perlakuan D (NPK 1,5g/l : ZA 1g/l) -94,6g, selanjutnya untuk laju pertumbuhan spesifik diperoleh pada perlakuan A -3,72%, perlakuan B -2,84%, perlakuan C -1,47% dan pada perlakuan D -1,39%. Hasil penelitian ini tergolong belum layak untuk dijadikan rujukan dalam melakukan budidaya *Gracilaria changii* dikarenakan belum terdapat informasi mengenai dosis pupuk yang sesuai untuk menunjang pertumbuhan *Gracilaria cangii*.

**Kata Kunci:** *Gracilaria changii*, Pertumbuhan, Pupuk NPK, Pupuk ZA.

## ABSTRACT

**BAYU SAMUDRA (G0221009) *Effect of NPK and ZA Fertilizer Dosage on Gracilaria changii Growth on Laboratory Scale. Supervised by NUR INDAH SARI ARBIT as Main Supervisor and FIRMANSYAH BIN ABD JABBAR as Member Supervisor.***

*This study aimed to determine the effect of NPK and ZA fertilizer dosages on the growth of *Gracilaria changii*. The research was conducted from February to March 2025, spanning 35 days, in Totoli Village, Banggae District, Majene Regency, West Sulawesi Province. A completely randomized design (CRD) was employed, consisting of four treatments with three replications. Data analysis was performed using statistical methods in Excel. The results indicated that the applied dosages of NPK and ZA fertilizers were not effective in promoting the growth of *Gracilaria changii* in a laboratory setting. The absolute growth rates obtained were -173.6 g for treatment A (NPK 1g/l : TSP 1g/l), -156 g for treatment B (NPK 0.5g/l : ZA 1g/l), -100 g for treatment C (NPK 1g/l : ZA 1g/l), and -94.6 g for treatment D (NPK 1.5g/l : ZA 1g/l). Furthermore, the specific growth rates were -3.72% for treatment A, -2.84% for treatment B, -1.47% for treatment C, and -1.39% for treatment D. The findings of this study are not yet suitable as a reference for *Gracilaria changii* cultivation, as there is still a lack of information regarding the appropriate fertilizer dosages to support its growth.*

**Keywords:** *Gracilaria changii, Growth, NPK Fertilizer, ZA Fertilizer.*

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Rumput laut *Gracilaria changii* merupakan salah satu komoditas hasil perairan yang berpotensi untuk dibudidayakan (Mulyono *et al.*, 2020). Rumput laut *Gracilaria changii* banyak di budidayakan oleh para pembudidaya karena memiliki waktu pemeliharaan yang cukup singkat, yaitu tiga sampai empat bulan setelah tanam (Murdinah *et al.*, 2012; Tresnati *et al.*, 2021). Selain memiliki masa budidaya yang singkat rumput laut *Gracilaria changii* juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan agar-agar (Suhendar, 2006; Susilawati *et al.*, 2022). Pada industri farmasi agar-agar dimanfaatkan sebagai peluntur dan kultur bakteri, selanjutnya pada industri kosmetik agar-agar dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan sabun, crem, salep dan lotion (Susilawati *et al.*, 2022). Namun, dalam penyediaan rumput laut *Gracilaria changii* sebagai bahan baku memiliki tantangan yang cukup serius.

Tantangan yang dihadapi terletak pada wadah pemeliharaan terkontrol dikarenakan hasil dari budidaya rumput laut *Gracilaria changii* sangat dipengaruhi oleh tinggi dan rendahnya nutrisi, kekurangan nutrisi akan mempengaruhi laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup rumput laut *Gracilaria changii*. Oleh karena itu budidaya rumput laut *Gracilaria changii* memerlukan nutrisi yang cukup untuk menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya.

Pemupukan adalah upaya yang dapat dilakukan untuk mencukupi kebutuhan nutrisi rumput laut *Gracilaria changii*. Pupuk merupakan unsur yang dapat menambah

unsur dalam tanah yang telah habis diserap oleh tanaman, sehingga pupuk menjadi sebuah kunci kesuburan tanah (Dibisono *et al.*, 2022).

Penelitian mengenai pemupukan rumput laut telah banyak dilakukan oleh para peneliti untuk mengembangkan budidaya rumput yang berkelanjutan, salah satunya adalah penelitian (Alamsjah *et al.*, 2019) mendapatkan pertumbuhan (berat dan panjang), kadar air dan klorofil a *Gracilaria* Sp. yang baik dengan dosis pupuk NPK dan TSP. sebanyak 2 g/l dengan perbandingan NPK dan TSP sebesar 50%:50%. Selanjutnya pada penelitian Sarira *et al.*, (2018) yang mendapatkan pertumbuhan rumput laut jenis *Eucheuma spinosum* paling baik dengan penambahan pupuk NPK sebanyak 2,5 g/l. Kemudian pada penelitian Setiaji *et al.*, (2012) mendapatkan pengaruh berbeda yang cukup nyata ( $P<0,01$ ) dengan kombinasi pupuk NPK 8,26 ppm dan urea 16,26 ppm.

Pada penelitian ini menggunakan kombinasi pupuk yang berbeda dengan penelitian-penelitian terdahulu yaitu menggunakan pupuk NPK dan ZA sebagai sumber nutrisi karena mengandung unsur nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K). Menurut Setiaji *et al.*, (2012) unsur nitrogen berperan dalam merangsang pertumbuhan. Unsur Fosfor (P) merupakan unsur penyusun ikatan pirofosfat dari *adenosine tri phosphat* (ATP), dan merupakan bahan bakar bagi aktivitas biokimia di dalam sel (Kushartono *et al.*, 2009; Setiaji *et al.*, 2012). Unsur kalium (K) merupakan unsur hara makro yang dibutuhkan tumbuhan dalam jumlah yang banyak (Setiaji., *et al* 2012). Selanjutnya kandungan dari pupuk ZA menurut Arief *et al.*, (2016) memiliki kandungan ammonium sulfat yang dapat memberikan tambahan hara seperti nitrogen dan belerang. Dengan inovasi kombinasi pupuk yang lebih baik, akan mendukung

*sustainable development goals* (SDGs). Pada penelitian ini sejalan dengan program kerja SDGs 8 (pekerjaan layak dan pertumbuhan ekonomi) dikarenakan komoditas rumput laut *Gracilaria* Sp. memiliki nilai ekonomis tinggi (Omer dan Noguchi, 2020).

Ketersediaan nutrisi bagi rumput laut menjadi faktor yang sangat penting dalam menunjang kelangsungan hidup dan pertumbuhannya. oleh karena itu dalam memilih sumber nutrisi dan dosis yang sesuai maka dipandang perlu penelitian ini dilakukan. Disisi lain pemilihan pupuk NPK dan ZA sebagai sumber nutrisi adalah untuk mengatasi masalah kenaikan harga pupuk dipasaran.

### **1.2 Perumusan Masalah**

1. Apakah terdapat pengaruh kombinasi dosis pupuk NPK dan ZA terhadap pertumbuhan rumput laut *Gacilaria changii*?
2. Berapa dosis optimal pupuk NPK dan ZA terhadap pertumbuhan rumput laut *Gacilaria changii*?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui pengaruh pemberian dosis pupuk NPK dan ZA terhadap pertumbuhan rumput laut *Gracilaria changii*.
2. Untuk mengetahui berapa dosis optimal pupuk NPK dan ZA terhadap pertumbuhan rumput laut *Gacilaria changii*.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan mengenai pemanfaatan pupuk NPK dan pupuk ZA terhadap pertumbuhan rumput laut *Gracilaria changii*.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Klasifikasi dan Morfologi *Gracilaria changii*

Klasifikasi *Gracilaria changii* (Abbott *et al.*, 1991).

Kerajaan: Plantae

Kelas: Florideophyceae

Filum: Rhodophyta

Ordo: Gracilariales

Famili: Gracilariacae

Genus: *Gracilaria*

Spesies: *Gracilaria changii*.

Rumput laut *Gracilaria changii* merupakan spesies rumput laut yang termasuk kedalam keluarga *Gracilariacae*, gambar *Gracilaria changii* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Gracilaria changii* (dokumentasi pribadi).

Rumput laut dapat dibedakan kedalam empat famili yaitu *Chyanophycaeae* (rumput laut hijau-biru), *Chlorophyceae* (rumput laut hijau), *Phaeophyceae* (rumput laut coklat), dan *Rhodophyceae* (rumput laut merah) ( Suparmi dan Sahri, 2009; Alda et al., 2022). Menurut Othman et al., (2018) *Gracilaria changii* adalah rumput laut berwarna merah tua dan memiliki talus dengan tinggi 180 mm hingga 220 mm. Memiliki cabang primer yang lebih pendek jika dibandingkan dengan cabang sekundernya bisa mencapai 40 mm hingga 170 mm sedangkan primernya hanya 25 mm hingga 40 mm saja. Rumput laut jenis ini memiliki holdfast berbentuk menyerupai cakram dengan cabang tiak beraturan berdiameter 1 hingga 2 mm. penampakan secara keseluruhan terlihat dibagian pangkal cabang terjadi penyempitan, dibagian tengah terjadi pembengkakan dan meruncing kearah ujung. *Gracilaria changii* dicirikan dengan cabang-cabang terbatas di pangkal dan meruncing ke puncak (Ng P K et al., 2017; Arbit et al., 2019)

Pada ujung cabang sekunder runcing terbagi menjadi dua cabang pendek untuk membentuk cabang baru dengan ujung runcing di sepanjang cabang tersier. Penampang melintang stipe menunjukkan medula tersusun dari tiga hingga empat lapisan sel parenkim dan dikelilingi oleh dua hingga tiga lapisan sel kortikal bulat kecil di korteks (M. N. A. Othman et al., 2018).

## 2.2 Siklus Hidup dan Reproduksi

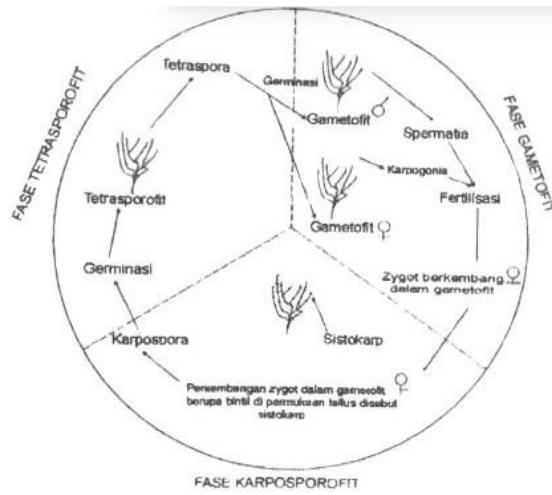
Ada tiga bentuk pertumbuhan *Gracilaria* Menurut Sjafrie., (1990). yang dapat ditemukan di alam. Secara morfologi ketiga bentuk pertumbuhan tersebut cukup sulit untuk dibedakan, tetapi jika dilihat dari bentuk anatomi maka dapat dibedakan antara

bentuk gametofit, sporofit dan bentuk kaspasporofit. Bentuk gametofit merupakan bentuk tumbuhan haploid ( $In$ ), sporofit merupakan tumbuhan yang memiliki kromosom diploid ( $2n$ ), sedangkan kaspasporofit merupakan bentuk tumbuhan haplo-diploid.

Secara umum karposporofit dapat dibedakan dari gametofit dan sporofit dikarena pada permukaan thallus sering ditemukan tonjolan-tonjolan berbentuk bulat. Seperti pada umumnya rumput laut *Gracilaria changii* dari family *Rhodophyceae* memiliki daur bersifat trifasik yang mengalami pergantian generasi antara sekssual dan aseksual. Jika dalam perkembangbiakannya yang dimulai dari aseksual maka sporofit akan mengalami pembentukan badan yang disebut sebagai tetrasporangia (Sjafrie, 1990).

Selanjutnya, tetrasporangia tersebut akan menghasilkan tetraspora. Kemudian tetraspora akan melakuakan pembelahan menjadi empat bagian, pembelahan ini dibagi menjadi dua yaitu secara vertikal dan horizontal. Pembelahan dimulai dari pembelahan secara vertical selanjutnya disusul secara horizontal. Dari hasil pembelahan tersebut akan menghasilkan gametofit jantan dan gametofit betina. Gametofit jantan akan membentuk sori spermatangia yang berperan memproduksi spermatia, sedangkan pada gametofit betina akan membentuk cabang-cabang carpogonia yang berperan dalam memproduksi sel telur (Sjafrie, 1990). Daur hidup *Gracilaria changii* dapat dilihat pada

Gambar 2.



Gambar 2. Daur hidup *Gracilaria changii* (Dwason, 1966; Loda, 2023).

Fertilisasi terjadi secara pasif apabila spermatia yang dikeluarkan oleh gametofit jantan masuk kedalam cabang carpogonium dan bertemu dengan sel telur. Setelah fertilisasi terjadi antara inti spermatian dan inti sel gamet betina maka akan membentuk zigot (karpospora). Selanjutnya karpospora akan berkembang di dalam thallus gametofit betina menjadi kasposporofit. sel-sel yang ada di lapisan luar kasposporofit akan membentuk suatu badan berupa tonjolan-tonjolan yang menjadi tempat berkembangnya karpospora. Tonjolan-tonjolan ini disebut sebagai sistokrap atau gonimoblast yang dapat terlihat secara kasat mata. Sistokrap akan mengalami proses pematangan yaitu dengan pertambahan ukuran. (Oza & Krishnamurthy, 1968; Sjafrie, 1990). Setelah sistokrap atau gonimoblast matang karpospora akan dilepas, jika spora tersebut menemukan substrak maka akan menjadi tanaman diploid (sporofit) (Sjafrie, 1990).

### 2.3 Habitat dan Sebaran

Pada umumnya *Gracilaria* Sp. hidup sebagai fitobentos karena melekat pada substrak yang ada di dasar perairan seperti substrak batuan dengan menggunakan

cakram pelekat ('hold fast'). Ada sekitar 100 spesies yang menyebar di perairan tropis hingga subtropics (Sjafrie, 1990). *Gracilaria* hidup di zona litoral dan sub litoral hingga kedalam yang masih ditembus oleh sinar matahari, beberapa dari jenis *Gracilaria* hidup diperairan dekat muara sungai dengan kualitas air keruh (Sjafrie, 1990).

Di Indonesia ditemukan kurang lebih 15 jenis *Gracilaria* yang menyebar diseluruh kepulauan Indonesia (Kadi dan Atmadja, 1988; Sjafrie, 1990). Salah satunya di Bangka ditemukan *Gracilaria convervoides* yang hidup menempel pada substrak batu karang di kedalaman dua hingga lima meter dari permukaan air (Soerjodinoto, 1962; Sjafrie, 1990). Secara umum penyebaran rumput laut (*Gracilaria*) di Indonesia meliputi daerah Jawa, Kalimantan, Sulawesi Selatan, Sumatera Selatan, Bangka, Kepulauan Riau, Bali, Lombok, Maluku, Sumbawa dan Flores (Sjafrie, 1990).

## 2.4 Pemupukan

Pemupukan merupakan kegiatan dalam menambah unsur hara yang dibutuhkan tanaman dengan pemberian pupuk sesuai dosis yang dianjurkan. Pemupukan bertujuan untuk memperbaiki dan mempertahankan kesuburan tanah dengan cara menambahkan zat-zat pada tanah, sehingga dapat memberikan hara bagi tanaman (Cahyono, 2007; Purba *et al.*, 2020).

Unsur hara Nitrogen (N), Fosfor (P) dan kalium (K) adalah unsur yang sangat dibutuhkan oleh tanaman dalam pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya (Gardner *et al.*, 1991; Purba *et al.*, 2020). Unsur Nitrogen (N), Fosfor (P) dan kalium (K) atau sering juga disebut sebagai unsur makro dikarenakan unsur ini merupakan unsur yang sangat dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang banyak (Purba *et al.*, 2020).

#### **2.4.1 NPK**

Pupuk NPK merupakan pupuk yang menunjang pertumbuhan tunas dan dapat meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan penyakit. Kandungan dari pupuk ini mencakup unsur Nitrogen (N), Fosfor (P) dan kalium (K) (Setiaji *et al.*, 2012). Nitrogen berperan dalam merangsang pertumbuhan (Setiaji *et al.*, 2012). Kekurang unsur nitrogen (N) dapat menyebabkan masalah dalam pertumbuhan rumput laut karena unsur ini merupakan kebutuhan bagi tumbuhan dalam melakukan aktivitas fotosintesis. Pada penelitian Aliyas & Hasnawati, (2020) sumber nutrien dari pupuk NPK dapat mencukupi kebutuhan nutrien yang diperlukan dalam pertumbuhan rumput laut. Selain itu penggunaan pupuk NPK dalam penelitian Ramli *et al.*, (2014); Aliyas & Hasnawati, (2020) memberikan penyerapan pertumbuhan yang baik dengan dosis 2,5 g/l. Unsur Fosfor (P) merupakan unsur yang menyusun ikatan pirofosfat dari Adenosine Tri Phosphate (ATP) yang kaya akan energy dan merupakan bahan bakar bagi semua kegiatan biokimia di dalam sel (Kushartono *et al.*, 2009; Setiaji *et al.*, 2012). Unsur kalium (K) merupakan unsur hara makro yang dibutuhkan tumbuhan dalam jumlah yang banyak (Setiaji *et al.*, 2012).

Penggunaan pupuk NPK sangat menguntungkan dikarenakan pupuk ini memiliki bentuk butiran sehingga lebih mudah dalam pengaplikasiannya. Satu butir pupuk NPK memiliki tiga kandungan unsur hara Nitrogen (N), Fosfor (P) dan kalium (K) yang diperkaya juga dengan unsur hara sulfur (S) dan mudah larut dalam air sehingga dalam penyerapannya oleh tanaman akan lebih muda. Selain itu manfaat lain dari pupuk ini juga dapat mempercepat pertumbuhan,

meminimalisir kekeringan, memperkuat batang tanaman dan meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan penyakit serta dapat meningkatkan ketahan hasil tanaman (Aliyas & Hasnawati, 2020). Gambar pupuk NPK dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3.Pupuk NPK (Supimi, 2024)

#### **2.4.2 Pupuk ZA (*Zwavelzuur Amonia*)**

Pupuk ZA merupakan jenis pupuk yang memiliki kandungan ammonium sulfat dan dapat memberi tambahan hara nitrogen serta belerang bagi tanaman. Amonium sulfat atau  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  merupakan jenis garam onorganik, yang dapat digunakan sebagai pupuk penghasil unsur hara tanah atau sebagai bahan makanan tambahan (Arief *et al.*, 2016)

Keuntungan penggunaan Amonium Sulfat (pupuk ZA) jika dibandingkan dengan pupuk nitrogen lainnya yaitu, pupuk ini mengandung sulfur, sedangkan pupuk nitrogen lainnya tidak mengandung sulfur, contohnya pupuk urea  $(\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ), sendawa chili  $(\text{NaNO}_3)$  dan amonium nitrat  $(\text{NH}_4\text{NO}_3)$ . Unsur Nitrogen (N) dan sulfur (S) merupakan unsur yang sangat penting karena unsur ini dibutuhkan dalam jumlah yang besar atau disebut juga makronutrient.

Senyawa ( $\text{NH}_4^+$ ) dapat diserap secara langsung oleh tanaman sehingga mikroorganisme tanah sebagai pengurai senyawa  $\text{NH}_4^+$  menjadi unsur nitrogen tidak dibutuhkan, seperti pada pupuk urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) (Arief *et al.*, 2016).

Gambar pupuk ZA dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pupuk ZA (PKG, 2013)

## 2.5 Kualitas Air

Ada tiga faktor yang mempengaruhi komunitas rumput laut yaitu, oseanografi, topografis dan hayati. Kondisi oseanografis di suatu perairan mencakup intensitas cahaya, temperatur, kedalaman, salinitas, pH, arus dan gelombang, faktor topografis mencakup kondisi substrat dasar perairan, dan faktor hayati seperti hewan herbivor, serta kompetisi antara rumput laut itu sendiri (Ferawati *et al.*, 2014).

Pembagian tiga kelas klaster kesesuaian telah dilakukan oleh Wantasen & Tamrin, (2012) yang dinilai dari hasil pengukuran dan pengamatan parameter fisika kimia (BSNI KKP). Kelas S-1 jenis perairan dengan kelayakan kategori tinggi dan tidak mempunyai pembatas yang berat untuk budidaya rumput laut, sehingga level ini sangat baik untuk lokasi pembudidayaan rumput laut, selanjutnya pada kelas S-2 memiliki kategori kelayakan sedang karena jenis perairan ini memiliki faktor pembatas

sedang untuk budidaya rumput, tetapi masih layak sebagai lahan budidaya rumput laut dan selanjutnya di kelas kelas S-3 , jenis perairan ini memiliki kelayakan yang rendah dikarenakan perairan ini memiliki faktor pembatas yang kuat untuk budidaya rumput laut, hal tersebut sangat berpengaruh terhadap kualitas air, area dengan kondisi kualitas air seperti ini tidak memungkinkan dilakukannya budidaya rumput laut.

### **2.5.1 Suhu**

Suhu perairan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi laju aktivitas fotosintesis dan jumlah oksigen terlarut. Pada penelitian Susanto *et al.*, (2021) yang mengukur kualitas air disuatu perairan mendapatkan hasil antara 28°C -33°C. Suhu dengan kisaran tersebut masih sesuai untuk budidaya rumput laut, sedangkan untuk suhu maksimal yang masih dapat ditoleransi oleh rumput laut yaitu 32°C dan untuk suhu optimal budidaya rumput laut sekitar 22-27°C (Sadhori, 1992; Susanto *et al.*, 2021). Menurut Fadlan *et al.*, (2024) jika terjadi perubahan suhu secara tiba-tiba maka hal tersebut dapat menyebabkan kematian massal.

### **2.5.2 Salinitas**

Salinitas adalah tingkat keasinan suatau perairan. Rumput laut merupakan organisme yang termasuk dalam golongan organisme yang memiliki tingkat toleransi salinitas yang cukup tinggi, namun jika perubahan salinitas sangat signifikan dapat mempengaruhi atau menurunkan laju pertumbuhan dan hasil produksi (Hayati *et al.*, 2018; Susanto *et al.*, 2021).

Salinitas yang bagus dalam kegiatan budidaya rumput laut *Gracillaria* berkisar antara salinitas yang baik untuk budidaya rumput laut *Gracillaria* berkisar antara 15 ppt - 30 ppt (Agustang *et al.*, 2019). dalam memperoleh kondisi salinitas tersebut sebisa mungkin hindari lokasi yang berdekatan dengan muara sungai (Ditjenkan, 2006; Agustang *et al.*, 2019). Sedangkan menurut Trono, (1998);Susanto *et al.*, (2021) konsentrasi salinitas yang optimal dalam budidaya *Gracilaria* Sp. berkisar antara 15 ppt -24 ppt.

### **2.5.3 Oksigen Terlarut (DO)**

Oksigen terlarut merupakan kandungan oksigen yang terlarut disuatu perairan yang dimanfaatkan oleh organisme untuk aktivitas metabolisme dalam pertumbuhan, reproduksi dan kesuburan alga sehingga oksigen terlarut termasuk dalam komponen penting dan utama di perairan (Lobban dan Harrison, 1997;Susanto *et al.*, 2021). Oksigen terlarut di perairan bagi rumput laut dianggap sebagai parameter yang tersier karena keberadaan parameter ini tidak berhubungan langsung dengan rumput laut, rumput laut hanya membutuhkan oksigen jika dalam kondisi tanpa cahaya (Effendi, 2003; Susanto *et al.*, 2021). Menurut Sulistijo oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh rumput laut dalam mendapatkan pertumbuhan yang optimal yaitu  $> 4$  ppm (Sukri *et al.*, 2020).

### **2.5.4 pH**

Tingkat pH dapat mempengaruhi pertumbuhan dan pembentukan gel rumput laut dalam produksi agar-agar (Hidayat *et al.*, 2015; Susanto *et al.*, 2021).

Derajat keasaman (pH) air yang optimal bagi pertumbuhan rumput laut *Gracilaria* Sp. berkisar antara 8,2 - 8,7. Sedangkan menurut Agustang pH yang optimal bagi biota di perairan berkisar antara 7 - 8,2 (Trono, 1988;Sukri *et al.*, 2020). Di penelitian lain oleh Badruddi & Boedi bahwa pH yang sesuai untuk pertumbuhan rumput laut *Gracilaria* Sp. umumnya berkisar antara 6,2-8,2. Sedangkan pH yang optimal adalah 6-8 (*Gracilaria* Sp.) (Susanto *et al.*, 2021).

### **2.5.5 Fosfat (PO<sub>4</sub>)**

Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan bagi tumbuhan. Pada umumnya konsentrasi fosfat pada perairan berkisar antara 0,005-0,20 mg/L, sedangkan konsentrasi pada tanah berkisar 0,02 mg/L. PO<sub>4</sub> pada perairan sangat jarang ditemui konsentrasi lebih dari 1mg/L, meskipun perairan tersebut merupakan jenis perairan eutrof. Perairan yang subur biasanya memiliki konsentrasi fosfat normal yaitu 0,10-1,68 ppm. (Susanto *et al.*, 2021). Kadar fosfat yang baik untuk usaha budidaya rumput laut *Gracilaria* Sp. yaitu >0,01 ppm (Trono, 1988;Sukri *et al.*, 2020). Sedangkan menurut pendapat lain kadar nitrat yang baik untuk budidaya rumput laut yaitu 0,1-0,7 mg/l dan untuk kadar fosfat berkisar 0,1-0,2 ( Aryati *et al.*, 2007;Trawanda *et al.*, 2014).

### **2.5.6 Nitrit dan Nitrat**

Rumput laut dapat memanfaatkan nitrogen anorganik dalam berbagai bentuk-bentuk senyawa, seperti nitrit, dan nitrat (Rosenberg & Ramus 1984; Badraeni *et al.*, 2020). nitrit, dan nitrat adalah dua dari empat jenis senyawa dalam siklus nitrogen. Keberadaan oksigen di perairan dapat dimanfaatkan oleh

bakteri aerob dalam proses nitrifikasi menggunakan ammonia sehingga menghasilkan nitrat. Nitrat dapat dimanfaatkan oleh rumput laut dalam proses pertumbuhannya. Nitrit merupakan jenis senyawa yang tidak stabil, jika tidak ada oksigen maka akan berubah menjadi NH<sub>3</sub>, namun jika konsentrasi oksigen tinggi akan berubah menjadi nitrat. Nitrat merupakan senyawa yang sangat penting bagi pertumbuhan rumput laut (Daud *et al.*, 2014; Badraeni *et al.*, 2020).

## 2.6 Potensi *Gracilaria changii*

Rumput laut *Gracilaria* Sp. adalah jenis rumput laut yang mengandung polisakariida hidrofilik atau dikenal sebagai agar-agar, hal ini membuat rumput laut memiliki nilai ekonomi yang baik (Othman *et al.*, 2012). Agar-agar sendiri memiliki sifat seperti gam sehingga dalam pemanfaatannya banyak yang menggunakan dalam industri makanan dan non makanan. Pada saat ini rumput laut jenis *Gracilaria* menjadi sumber bahan baku mentah dunia sebagai penghasil agar-agar (Othman *et al.*, 2012).

Agar-agar adalah campuran dari polisakarida yang di ekstraksi oleh dinding sel ganggang merah (*Rhodophyta*), khususnya genus *Gracilaria* dan *Gelidium* (Mauli, 2018). Agar-agar merupakan polisakarida yang kompleks karena terdiri dari agarose dan agaropektin yang digunakan dalam penyusunan media pertumbuhan mikroba, agar jelly dan permen. Agarosa mempunyai potensi dalam pemanfaatannya sebagai bahan pangan, farmasi dan industri kosmetik seperti penyedia biomassa potensial, sumber oligosakarida, antibakteri, antikanker dan antioksidan, serta dapat mempengaruhi sel-sel melanoma yang dapat melembabkan dan memutihkan kulit (Kobayashi, 1997; Mauli, 2018). Selanjutnya menurut Nursidi *et al.*, (2021) agar-agar dapat menjadi

antioksidan dan dapat mengurangi resiko serangan penyakit kardiovaskular sehingga berpotensi sebagai bahan pangan fungsional. Komposisi kimia *Gracilaria changii* bergizi tinggi dengan kandungan serat 64,74%, lemak hanya 0,30%, total asam amino 91,90% dengan asam amino esensial 55,87%<sup>6</sup> (Nursidi *et al.*, 2021).

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, penggunaan dosis pupuk NPK dan ZA tidak terdapat pengaruh untuk menunjang pertumbuhan *Gracilaria changii*. sehingga dapat disimpulkan bahwah semua dosis yang diberikan tidak optimal untuk pertumbuhan *Gracilaria changii* skala laboratporium.

#### **5.2 Saran**

Dalam menunjang pertumbuhan *Gracilaria changii* yang lebih optimal, peneliti menyarankan untuk mengaplikasikan dosis pupuk NPK dan ZA dengan dosis yang berbeda (mengurangi dosis) dan memastikan air yang digunakan sebagai media budidaya memiliki kualitas air yang optimal untuk meminimalisir kandungan nitrat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, I. A., Zhang, J., & Zia, B. M. (1991). *WoRMS taxon details*. Word Register Of Marine Species.  
<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=371181>
- Afandi, A. Y., Soeprobowati, T. R., & Hariyati, R. (2014). Pengaruh Perbedaan Kadar Logam Berat kromium (Cr) Terhadap Pertumbuhan Populasi Spirulina platensis (Gomont) Geitler Dalam Skala Laboratorium. *Jurnal Biologi*, 3(3), 1–6.
- Agustang, A., Mulyani, S., & Indrawati, E. (2019). Analisis Kelayakan Lahan Budidaya Rumput Laut *Gracilaria* Sp. Di Tambak Kecamatan Sinjai Utara Kabupaten Sinjai. *Journal of Aquaculture and Environment*, 2(1), 18–22.  
<https://doi.org/10.35965/jae.v2i1.332>
- Alamsjah, M. A., Tjahjaningsih, W., & Pratiwi, A. W. (2019). Pengaruh Kombinasi Pupuk NPK Dan TSP Terhadap Pertumbuhan, Kadar Air Dan Klorofil A *Gracilaria verrucosa*. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 1(1), 103.
- Alda, H., Ansar, M., Indah, N., & Arbit, N. I. S. (2022). Pengaruh Perbedaan Ph Terhadap Performa Pertumbuhan *Gracilaria changii*. *AgriDev*, 01(01).
- Aliyas, & Hasnawati. (2020). Pengaruh Lama Perendaman Pupuk Phonska Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut (*Eucheuma spinosum*). *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*, 5(2), 86–91.
- Andreyan, D., Rejeki, S., Ariyati, R. W., Widowati, L. L., & Amalia, R. (2021). Pengaruh Salinitas yang Berbeda Terhadap Efektivitas Penyerapan Nitrat dan Pertumbuhan (*Gracilaria verrucosa*) Drai Air Limbah Budidaya Ikan Kerupu Sistem (*Epinephelus*) Sistem Intensif. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 5(2), 88–96.
- Arbit, N. I. S., Omar, S. B. A., Soekendarsi, E., Yasir, I., Tresnati, J., Mutmainnah, & Tuwo, A. (2019). Morphological and genetic analysis of *Gracilaria* Sp. cultured in ponds and coastal waters. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 370(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/370/1/012018>
- Arief, A., Septaria, Y. K. L., Mubarak, K., Labba, I. P., & Agung, D. B. (2016). *Use of ZA Fertilizer as Inorganic Pesticide to Increase Production and Quality of Tomato and Large Chilli*. 4(3), 73–82.
- Atmanisa, A., Mustarin, A., & Taufieq, N. A. S. (2020). Analisis Kualitas Air pada Kawasan Budidaya Rumput Laut *Eucheuma cottoni* di Kabupaten Jeneponto. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 6(1), 11.

<https://doi.org/10.26858/jptp.v6i1.11275>

Badraeni, Azis, H. Y., Tresnati, J., & Tuwo, A. (2020). Seaweed *Gracilaria changii* as a bioremediator agent for ammonia, nitrite and nitrate in controlled tanks of Whiteleg Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 564(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/564/1/012059>

Dibisono, M. Y., Mufriah, D., Mayly, S., & Sulistiani, R. (2022). Penggunaan Pupuk Organik Rumput Laut (*Sargasum* Sp.) Dan NPK Mutiara Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Produksi Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus L*). *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, 10(1), 14–24. <https://doi.org/10.47662/alulum.v10i1.186>

Fadlan, F., Noor, R. J., & Arbit, N. I. S. (2024). Analisis Parameter Fisika Kimia Untuk Kesesuaian Lokasi Budidaya *Gracilaria changii* Pada Tambak Desa Panyampa Kabupaten Polewali Mandar. *Lutjanus*, 29(1), 21–29. <https://doi.org/10.51978/jlpp.v29i1.829>

Ferawati, E., Widayartini, D. S., & Insan, I. (2014). Studi Komunitas Rumput Laut Pada Berbagai Substrat Di Perairan Pantai Permisan Kabupaten Cilacap. *Scripta Biologica*, 1(1), 57. <https://doi.org/10.20884/1.sb.2014.1.1.25>

Hendraja, E. A., Pantjara, B., & Mangampa, M. (2010). Polikultur udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan rumput laut (*Gracilaria verrucosa*). In *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, 145–150. <https://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/fita/article/view/6361>

Junaid, A. (2023). Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan *Gracilaria changii* Di Tambak Lingkungan Taduang Program Studi Akuakultur. *Universitas Sulawesi Barat*.

Loda, J. (2023). Pengaruh Kepadatan Eksplan Terhadap Pelepasan Spora Rumput Laut (*Gracilaria changii*).

Mauli, R. S. (2018). Ekstraksi dan Analisis Agar-Agar dari Rumput Laut *Gracilaria* Sp. Menggunakan Asam Jawa (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry Banda Aceh).

Mulqan, M., Rahimi, S. A. E., & Dewiyanti, I. (2017). Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila Gesit (*Oreochromis niloticus*) Pada Sistem Akuaponik Dengan Jenis Tanaman Yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 2(1), 183–193. <https://media.neliti.com/media/publications/188527-ID-pertumbuhan-dan-kelangsungan-hidup-benih.pdf>

- Mulyono, M., Suharyadi, Samsuharapan, S. B., Marlina, E., Kristiani, M. G. E., Thalib, E. A., Panjaitan, A. S., Sektiana, S. P., Ilham, Hapsyari, F., Saputra, A., Hasanah, F. A., & Safitri, Y. (2020). Performa budidaya rumput laut *Gracilaria changii* (Gracilariales, Rhodophyta) pada lokasi tanam berbeda di Perairan Ujung Baji Kabupaten Takalar. *Media Akuakultur*, 15, 71–77. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/ma/article/view/9065/7101>
- Nikhlani, A., & Kusumaningrum, I. (2021). Analisa Parameter Fisika dan Kimia Perairan Tihik Tihik Kota Bontang untuk Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(2), 189–200. <https://doi.org/10.36084/jpt..v9i2.328>
- Nuriya, H., Hidayah, Z., & Syah, A. F. (2010). Analisis parameter fisika kimia di Perairan Sumenep Bagian Timur dengan Menggunakan Citra Landsat TM5. In *Jurnal Kelautan* (Vol. 3, Issue 2, pp. 132–138).
- Nursidi, N., Heriansah, H., Fathuddin, F., & Nursida, N. F. (2021). Pemanfaatan Ruang Akuakultur Potensial melalui Diseminasi Teknologi Budidaya Metode Vertikal untuk Meningkatkan Kapasitas Pembudidaya dan Produksi Rumput Laut di Pesisir Desa Ujung Baji Kabupaten Takalar. *Engagement: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 207–220. <https://doi.org/10.29062/engagement.v5i1.644>
- Omer, M. A. B., & Noguchi, T. (2020). A conceptual framework for understanding the contribution of building materials in the achievement of Sustainable Development Goals (SDGs). *Sustainable Cities and Society*, 52(September 2019), 101869. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101869>
- Othman, M. N. A., Hassan, R., Harith, M. N., & Md Sah, A. S. R. (2018). Morphological characteristics and habitats of red seaweed *Gracilaria* Sp. (gracilariaeae, rhodophyta) in santubong and asajaya, sarawak, malaysia. *Tropical Life Sciences Research*, 29(1), 87–101. <https://doi.org/10.21315/tlsr2018.29.1.6>
- Othman, M. Y. H., Fudholi, A., Sopian, K., Ruslan, M. H., & Yahya, M. (2012). Analisis Kinetik Pengeringan Rumpai Laut *Gracilaria changii* Menggunakan Sistem Pengering Suria. *Sains Malaysiana*, 41(2), 245–252.
- PKG, H. (2013). *Pupuk ZA Subsidi Kini Berwarna Orange*. Petrokimia Gresik. <https://petrokimia-gresik.com/news/pupuk-za-subsidi-kini-berwarna-orange>
- Prasedya, E. S., Tri, B., Ilhami, K., Sofian, N., & Kurniawan, H. (2023). Sosialisasi Pengaplikasian Pupuk Organik Rumput Laut pada Skala Lapang untuk Mendukung terwujudnya Green Agriculture. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 6(4), 945–951.

- Purba, J., Girsang, W., & Pratomo, A. (2020). Efektivitas Penambahan Pupuk Hayati Dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Selada (*Lactuca sativa L.*). *Agroprimatech*, 4(1), 18–26. <https://doi.org/10.34012/agroprimatech.v4i1.1327>
- Qoriasmadiyah, W., Ilham, B. T. K., Haqiq, N., Prasedya, E. S., & Widayastuti, S. (2024). Edukasi Resiko Penggunaan Pupuk Cair Pada Ekosistem Budidaya Rumput Laut Di Desa Koja Doi, Sikka, Maumere. *Jurnal Abdi Insani*, 11(2), 1616–1624. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v11i2.1371>
- Rauf, H. (2019). Pengaruh Tingkat Cahaya Terhadap Proses Pelepasan Spora Rumput Laut *Gracilaria* Sp. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1–14. [http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbe.co.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484\\_Sistem\\_Pembetungan\\_Terpusat\\_Strategi\\_Melestari](http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbe.co.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_Sistem_Pembetungan_Terpusat_Strategi_Melestari).
- Sabil, Almadi, F. I., & Maidie, A. (2020). Laju Serapan Fosfat (PO<sub>4</sub>) Dalam Budidaya Rumput Laut Jenis *Gracilaria* Sp. di Aquarium. *Jurnal Sains Dan Teknologi Akuakultur*, 6(1), 23–35.
- Sarira, N. H., Ratnawati, P., & Pratiwi, D. A. (2018). Pengaruh dosis perendaman pupuk organik terhadap pertumbuhan rumput laut *Eucheuma denticulatum*. In *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Hasil Perikanan Dan Kelautan*, 15, 185–192.
- Schaduw, J. N. W., & Ngangi, E. (2015). Karakterisasi lingkungan perairan Teluk Talengen Kabupaten Kepulauan Sangihe sebagai kawasan budidaya rumput laut. 3(2), 29–44.
- Setiaji, K., Santosa, G. W., & Sunaryo, S. (2012). Pengaruh penambahan NPK dan urea pada media air pemeliharaan terhadap pertumbuhan rumput laut *Caulerpa racemosa var. uvifera*. *Journal of Marine Research*, 1(2), 45–50.
- Sjafrie, N. D. M. (1990). Beberapa Catatan Mengenai Rumput Laut *Gracilaria*. *Oseana*, 15(4), 147–155.
- SNI. (2013). *Produksi bibit Rumput Laut Grasilaria (Gracilaria verrucosa) Dengan Metode Sebar Di Tambak*. <https://www.scribd.com/document/611517250/26807-SNI-7904-2013-Gracilaria>.
- Sukri, I., Arfan, A., & Nasiah, N. (2020). *Land Evaluation of Fishpond for Cultivating Seaweed Gracilaria sp in Bone Regency*. 19(1), 28–37.
- Sulatika, I. G. B., Restu, I. W., & Suryaningtyas, E. W. (2019). Pengaruh Kadar Protein Pakan Yang Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan Juvenil Ikan Gurami

- (*Osphronemus gouramy*) Pada Kolam Terpal. *Current Trends in Aquatic Science*, 2(1), 5–8.
- Supimi, E. (2024). *Kenali 15 Jenis Pupuk NPK Ini untuk Menyuburkan Tanaman*. Paktanidigital. <https://paktanidigital.com/artikel/kenali-15-jenis-pupuk-npk-ini-untuk-menyuburkan-tanaman/>.
- Susanto, A., Siregar, R., Hanisah, H., Faisal, T. M., & Antoni, A. (2021). Analisis Kesesuaian Kualitas Perairan Lahan Tambak Untuk Budidaya Rumput Laut (*Gracilaria* Sp.) Di Kecamatan Langsa Barat, Kota Langsa. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(3). <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2021.005.03.18>
- Susilawati, E., Supriyadi, S., & Hikmana, E. (2022). Analisis Usahatani Rumput Laut (*Gracilaria* Sp) Pada Kelompok Tani Rumput Laut “Pancer Pindang Jaya” Di Desa Cangkring Kecamatan Cantigi Kabupaten Indramayu. *Agri Wiralodra*, 14(2), 78–81. <https://doi.org/10.31943/agriwiralodra.v14i2.56>
- Trawanda, S. A., Rejeki, S., & Ariyati, R. W. (2014). 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), 150–158. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jfpik>
- Tresnati, J., Yasir, I., Bestari, A. D., Yanti, A., Aprianto, R., & Tuwo, A. (2021). Effect of salinity on the growth of seaweed *Gracilaria changii* (Xia and Abbott, 1987). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 763(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/763/1/012030>
- Wantasen, A. S., & Tamrin, T. (2012). Analisis Kelayakaa Lokasi Budidaya Rumput Laut Di Perairan Teluk Dodiiga Kabupatee Halmahera Barat. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan Tropis*, 1(April), 23. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/JPKT>