

**PENGARUH pH TERHADAP PERTUMBUHAN RUMPUT
LAUT *Caulerpa* sp.**

SKRIPSI



**MUHAMMAD FIKRAM RASAK
G0218306**

**PROGRAM STUDI AKUAKULTUR
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
2024**

**PENGARUH pH TERHADAP PERTUMBUHAN RUMPUT
LAUT *Caulerpa* sp.**

SKRIPSI



**MUHAMMAD FIKRAM RASAK
G0218306**

**PROGRAM STUDI AKUAKULTUR
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
2024**

**PENGARUH pH TERHADAP PERTUMBUHAN RUMPUT
LAUT *Caulerpa* sp.**

MUHAMMAD FIKRAM RASAK

Skripsi
sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Perikanan
pada
Fakultas Peternakan dan Perikanan

**PROGRAM STUDI AKUAKULTUR
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Pengaruh pH Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut
Caulerpa sp.
Nama : Muhammad Fikram Rasak
NIM : G0218306

Disetujui oleh

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota



Dr. Nur Indah Sari Arbit, S.Si., M.Si
NIDN. 0919018901



Dian Lestari, S.Pi., M.Si
NIDN. 0025099601

Diketahui oleh
Dekan Fakultas Peternakan dan Perikanan
Universitas Sulawesi Barat



Prof. Dr. Ir. Sitti Nurani S, S.Pt., M.Si., IPU., ASEAN Eng
NIP. 19710421199702 2 002

Tanggal disetujui :

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Pengaruh pH Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut
Caulerpa sp.
Nama : Muhammad Fikram Rasak
NIM : G0218306

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji
pada hari tanggal , dan dinyatakan memenuhi syarat

Susunan Dewan Penguji

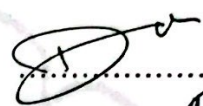
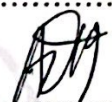
Rahmat Januar, S.Si., M.Si
Penguji Utama

Adiara Firdhita Alam Nasyrh, S.Pi., M.Si
Penguji Anggota

Andi Arham Atjo, S.Kel., M.Si
Penguji Anggota

Dian Lestari, S.Pi., M.Si
Penguji Anggota

Dr. Nur Indah Sari Arbit, S.Si., M.Si
Penguji Anggota


.....

.....

.....

.....

.....

Diketahui oleh
Dekan Fakultas Peternakan dan Perikanan
Universitas Sulawesi Barat



 Prof. Dr. Ir. Siti Nurani S, S.Pt., M.Si., IPU., ASEAN Eng
NIP. 19710421199702 2 002

Tanggal diterima:

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Fikram Rasak
NIM : G0218306
Program Studi : Akuakultur
Fakultas : Peternakan dan Perikanan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Karya tulis ilmiah saya (skripsi) ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana) 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, September 2024
Yang membuat pernyataan



Muhammad Fikram Rasak
NIM. G0218306

ABSTRAK

MUHAMMAD FIKRAM RASAK (G0218306). Pengaruh pH Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut *Caulerpa* sp. Dibimbing oleh **NUR INDAH SARI ARBIT** sebagai Pembimbing Utama dan **DIAN LESTARI** sebagai Pembimbing Anggota.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH terhadap pertumbuhan rumput laut *Caulerpa* sp. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni-Juli 2024 di Baluno Desa Binanga, Kecamatan Sendana, Kabupaten Majene, Provinsi Sulawesi Barat. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan dengan pH 3 pada perlakuan A, pH 6 pada perlakuan B, pH 8 (normal) pada perlakuan C dan pH 9 pada perlakuan D. Adapun parameter uji meliputi pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan spesifik serta analisis data menggunakan One Way-ANOVA untuk mengetahui nilai signifikan dari pengaruh perlakuan yang diberikan. Hasil penelitian yang diperoleh bahwa pH tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan spesifik *Caulerpa* sp. Berdasarkan hasil penelitian pertumbuhan mutlak tertinggi pada perlakuan D sebesar -174 g, perlakuan C sebesar -194 g, perlakuan A sebesar -196 g dan perlakuan B sebesar -202 g. Sedangkan laju pertumbuhan mutlak tertinggi pada perlakuan D sebesar -5,05 %/hari, perlakuan C sebesar -9,49 %/hari, perlakuan A sebesar 10,46 %/hari, dan perlakuan B sebesar -11,32%/hari.

Kata Kunci : *Caulerpa* sp., pH, Pertumbuhan.

ABSTRACT

MUHAMMAD FIKRAM RASAK (G0218306). *Effect of pH on the Growth of Seaweed Caulerpa sp.*, Supervised by NUR INDAH SARI ARBIT as Main Supervisor and DIAN LESTARI as Member Supervisor.

This study aims to determine the effect of pH on the growth of seaweed Caulerpa sp.. This study was conducted in June-July 2024 in Baluno, Binanga Village, Sendana District, Majene Regency, West Sulawesi Province. This study used a Completely Randomized Design with 4 treatments and 3 replications with pH 3 in treatment A, pH 6 in treatment B, pH 8 (normal) in treatment C and pH 9 in treatment D. The test parameters include absolute growth and specific growth rate and data analysis using One Way-ANOVA to determine the significant value of the effect of the treatment given. The results of the study obtained that pH had no significant effect on the absolute growth and specific growth rate of Caulerpa sp.. Based on the results of the study, the highest absolute growth in treatment D was -174 g, treatment C was -194 g, treatment A was -196 g and treatment B was -202 g. While the highest specific growth rate in treatment D was -5.05%/day, treatment C was -9.49%/day, treatment A was 10.46%/day, and treatment B was 11.32%/day.

Keywords: *Caulerpa sp.*, pH, Growth

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fenomena *global warming* dalam beberapa dekade terakhir sangat tinggi, hal tersebut terjadi dikarenakan meningkatnya emisi gas rumah kaca salah satunya Karbondioksida (CO_2) di atmosfer. CO_2 yang lebih tinggi diserap oleh laut, menyebabkan reaksi kimia yang menghasilkan asam karbonat, sehingga menurunkan pH laut dan menyebabkan pengasaman di laut (IPCC, 2019).

Selain akan menyebabkan terjadinya fenomena pemanasan global dan perubahan iklim, CO_2 juga akan masuk ke laut dan bereaksi dengan air laut. Reaksi tersebut menghasilkan senyawa asam karbonat (H_2CO_3) dan meningkatkan keasaman (H^+) air laut sehingga terjadi pengasaman laut. Pemanasan global dan pengasaman laut memberikan dampak terhadap keanekaragaman hayati laut dan kelangsungan hidup biota salah satunya adalah rumput laut.

Rumput laut yang hidup alami maupun dibudidayakan di perairan, sehingga akan mendapat dampak secara tidak langsung dari perubahan pH di perairan. Penurunan pH atau pengasaman laut, yang sering disebabkan oleh peningkatan CO_2 di atmosfer, dapat mempengaruhi fotosintesis dan pertumbuhan rumput laut. Perubahan pH juga dapat mengubah ketersediaan nutrisi dan mengganggu proses biologis dasar, yang pada akhirnya mempengaruhi produktivitas dan kesehatan rumput laut (Hannainst, 2024)

Caulerpa sp. adalah salah satu jenis rumput laut yang hidup alami di perairan dan memiliki nilai ekonomis. *Caulerpa* sp. merupakan makanan khusus

yang bisa dikonsumsi langsung tanpa mengolah dan sudah di perdagangkan secara internasional. Selain itu, juga memiliki kandungan senyawa bioaktivitas seperti anti kanker, insektisida, anti bakteri, anti inflamasi, anti diabetik dan plasmodial (Dermawan *et al.*, 2020). Sehingga selain memiliki nilai ekonomi, *Caulerpa* juga memiliki nilai kesehatan.

Permasalahan dalam pengembangan *Caulerpa* sp. salah satunya akibat perubahan kualitas air dalam hal ini perubahan pH. Sutika (1989) mengemukakan bahwa derajat keasaman atau kadar ion H^+ dalam air merupakan salah satu faktor kimia yang sangat berpengaruh terhadap organisme yang hidup di lingkungan perairan. Tinggi atau rendahnya nilai pH air tergantung dalam beberapa faktor yaitu kondisi gas-gas dalam air seperti CO_2 , konsentrasi garam-garam karbonat dan bikarbonat dan proses dekomposisi bahan organik di dasar perairan.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pH lingkungan memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan kandungan nutrisi *Caulerpa*. Kondisi pH yang optimal mendukung kondisi terbaik untuk fotosintesis dan penyerapan nutrisi, yang pada gilirannya meningkatkan pertumbuhan dan kualitas nutrisi dari rumput laut tersebut. Ditemukan bahwa pH optimal untuk pertumbuhan *Caulerpa* adalah sekitar 8,0 pada pH ini rumput laut menunjukkan peningkatan biomassa yang signifikan dibandingkan dengan pH lainnya. Pengaruh pH ekstrim pada pH 6,0 dan 9,0 pertumbuhan rumput laut terhambat secara signifikan. Ini disebabkan oleh stres fisiologis yang mempengaruhi proses fotosintesis dan metabolisme. Kandungan nutrisi pada pH optimal (8,0),

kandungan protein dan karbohidrat mencapai tingkat tertinggi. pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi menyebabkan penurunan dalam kandungan nutrisi tersebut (Agustina & Wijayanti, 2019).

Penelitian mengenai pengaruh pH terhadap pertumbuhan rumput laut *Caulerpa* menjadi penting karena selain dampak perekonomian dan kesehatan, *Caulerpa* juga memiliki peran ekologis yang signifikan dalam ekosistem laut. Namun, penelitian yang mendalam mengenai fluktuasi pH dapat memengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup *Caulerpa* masih terbatas. Oleh karena itu, perlunya dilakukan penelitian tentang pengaruh perubahan pH lingkungan terhadap pertumbuhan rumput laut *Caulerpa sp.*

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Apakah fluktuasi pH berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut *Caulerpa sp.*?
2. Berapakah pH optimal untuk pertumbuhan rumput laut *Caulerpa sp.*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh pH terhadap pertumbuhan rumput laut *Caulerpa sp.*
2. Untuk mengetahui pH yang optimum untuk pertumbuhan rumput laut *Caulerpa sp.*

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan wawasan baru tentang faktor yang memengaruhi pH pada pertumbuhan rumput laut *Caulerpa* untuk pengelolaan sumber daya laut yang lebih efektif.
2. Menginformasikan praktik konservasi dengan memahami adaptasi rumput laut *Caulerpa* terhadap perubahan lingkungan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemanasan Global

Pemanasan global adalah peningkatan suhu rata-rata di atmosfer laut, dan daratan bumi yang disebabkan oleh kegiatan manusia. Istilah "efek rumah kaca" mengacu pada fakta bahwa ketika Anda menggunakan rumah kaca, suhu di dalamnya akan meningkat karena sinar matahari yang menembus kaca dipantulkan kembali oleh benda-benda di dalamnya sebagai gelombang panas yang berupa sinar inframerah. Hal ini terjadi Gas rumah kaca, yang terdiri dari karbon dioksida, metana, nitrogen oksida, CFC, dan unsur-unsur kecil lainnya, memantulkan radiasi matahari secara berulang, menyebabkan suhu bumi meningkat (Mulyani, 2021).

Sebenarnya, pemanasan global telah terjadi sejak revolusi industri, karena emisi gas rumah kaca yang disebabkan oleh aktifitas manusia telah mengganggu aliran energi alam dan menyebabkan ketidakseimbangan sistem energi di Bumi. Lebih dari 90% panas yang diserap oleh laut disebabkan oleh emisi gas rumah kaca akibat pembakaran bahan fosil, kebakaran hutan, dan aktifitas manusia lainnya (Varabih & Fitri, 2024).

Laju peningkatan konsentrasi karbon dioksida di atmosfer setiap tahun dapat membantu mengurangi kemungkinan terjadinya pemanasan global. Jika dibandingkan dengan tumbuhan terestrial, rumput laut juga dikenal sebagai makroalgae, sangat baik menyerap karbon. Untuk tumbuh dan berkembang, rumput laut menggunakan CO₂ dan energi cahaya untuk melakukan proses

fotosintesis. Meskipun rumput laut dapat memanfaatkan faktor-faktor yang diperlukan untuk pertumbuhannya dengan sangat efisien nutrisi, trace mineral, air CO₂, dan cahaya matahari dan relatif sama dengan tumbuhan terestrial, kelompok algae ini menghasilkan produktivitas atmosfer yang tinggi di seluruh dunia, rata-rata 1,9 mg/L per Tahun dari 1995 hingga 2005. Selama bertahun-tahun, peningkatan emisi gas karbon dioksida (CO₂) dan gas rumah kaca (GHG) lainnya ke atmosfer telah berkontribusi pada perubahan iklim.

2.2 Rumput Laut *Caulerpa*

Rumput laut atau yang dikenal dengan makroalga adalah salah satu organisme perairan yang berfungsi sebagai sumber daya hayati laut. Ada berbagai jenis rumput laut, termasuk rumput laut merah (Rhodophyta), rumput laut coklat (Phaeophyceae), rumput laut berwarna coklat (Phaeophyceae), rumput laut hijau (Chlorophyceae), dan rumput laut hijau-biru. Rumput laut digunakan sebagai makanan manusia dan ikan. Rumput laut telah ditetapkan sebagai salah satu komoditi unggulan program revitalisasi karena potensi ekonominya yang besar dan keanekaragamannya yang luas di perairan laut Indonesia (Alamsyah *et al.*, 2016).

Caulerpa berasal dari kelompok alga hijau yang termasuk ke dalam rumput laut bulu. Anggur laut adalah makroalga yang dapat dimakan yang mengandung zat bioaktif yang melawan bakteri, jamur, dan tumor, dan dapat digunakan untuk mengobati gondok dan tekanan darah tinggi menurut (Septianingrum, 2020). Rumput laut *Caulerpa* sp. sangat berharga di pasar lokal jika dimakan mentah sebagai lalapan atau sebagai sayur. Karena jenis *Caulerpa* sp. membutuhkan sinar

matahari untuk proses fotosintesisnya. Jenis ini tersebar luas di banyak tempat, terutama di daerah tropis. *Caulerpa* sp. jenis ini ditemukan di Indonesia dan sebagian besar Asia (Safitri dan Rachmadiarti, 2023). Beberapa jenis rumput laut *Caulerpa* sp. termasuk *C. racemosa*, *C. lentilifera*, dan *C. taxifolia*. *Caulerpa* sp. dianggap sebagai makanan bergizi di Jepang, Korea, dan Asia Tenggara. Ada 50 jenis *Caulerpa* di dunia, 12 di antaranya ditemukan di Indonesia (Antara, 2022).

2.3 Klasifikasi dan Morfologi Rumput Laut *Caulerpa*

Klasifikasi rumput laut *Caulerpa* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Chlorophyta

Kelas : Chlorophyceae

Ordo : Caulerpales

Famili : Caulerpaceae

Genus : *Caulerpa*

Spesies : *Caulerpa* sp.

Caulerpa adalah salah satu spesies dari golongan alga hijau yang pada umumnya memiliki *thallus* yang menyerupai buah anggur, berwarna hijau cerah, sedikit mengkilap, dan bertekstur lembut (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya 2009). Ciri secara umum dari *Caulerpa* adalah keseluruhan tubuhnya terdiri dari satu sel dengan bagian bawah yang menjalar menyerupai stolon yang mempunyai *rhizoid* sebagai alat pelekatan pada substrat serta bagian yang tegak. Bagian yang tegak disebut asimilator karena mempunyai klorofil. Stolon dan *rhizoid* bentuknya

hampir sama dari jenis ke jenis, sedangkan asimilator mempunyai bentuk bermacam-macam tergantung jenisnya (Saptasari, 2012).



Gambar 1. Rumput Laut (*Caulerpa lentillifera*)
(Dokumentasi Pribadi, 2024)

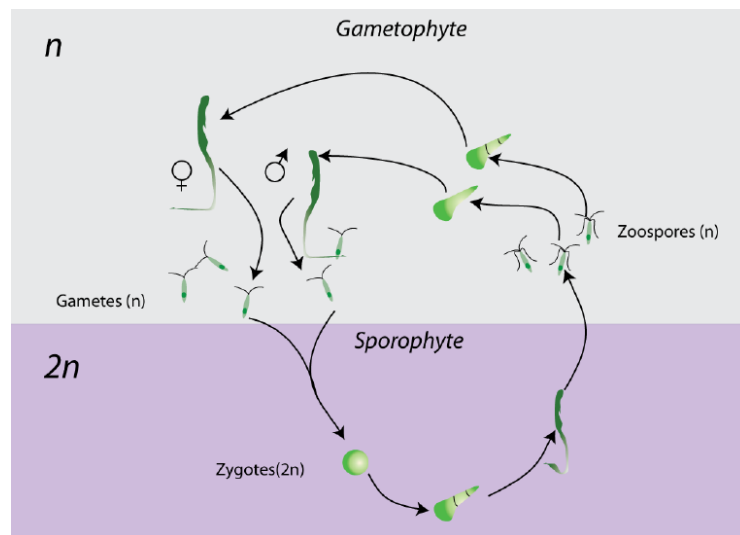
2.4 Habitat dan Siklus Hidup Rumput Laut *Caulerpa*

Caulerpa lentillifera tumbuh dalam suhu yang hangat yaitu sekitar 25°C, terdapat pada laguna dangkal di seluruh dunia. Tumbuhan ini tumbuh di reruntuhan karang dan batu dan juga tumbuh di dasar laut berpasir atau berlumpur. Anggur laut ini tidak dapat bertahan hidup di air tawar.

Caulerpa adalah spesies dari kelas Chlorophyceae yang memiliki banyak pigmen fotosintetik, termasuk klorofil a dan b, yang berfungsi sebagai antioksidan. Rumput laut ini ditemukan di area terlindung dengan air jernih. Karena sedimentasi, aliran airnya rata dan tidak terlalu besar substrat pasir dengan ekosistem mangrove yang dapat mendukung pertumbuhan *Caulerpa* (Fatimah *et al.*, 2022).

Siklus hidup *Caulerpa* dimulai ketika thallus muda dipotong, kemudian thallus tersebut terbawa arus, dan setelah menemukan substrat yang cocok,

Caulerpa tumbuh menyerupai induknya. Proses perkembangbiakan secara vegetatif berlangsung tanpa perkawinan. Setiap bagian dari cabang alga yang dipotong akan tumbuh menjadi tumbuhan alga dengan ciri-ciri yang mirip dengan induknya. Alternatifnya, perbanyakan dapat dilakukan dengan memotong cabang tanaman, jika cabang alga yang dipotong berbentuk thallus, masih muda, segar dan berwarna cerah. Cabangnya banyak, bebas lumut dan tanah, serta bebas penyakit atau terlindungi dari penyakit (Meiyana *et al.*, 2001).



Gambar 2. Siklus Hidup *Caulerpa*
(Bast, 2014)

2.5 Pertumbuhan Rumpun Laut

Perubahan ukuran dalam bobot atau panjang dalam jangka waktu tertentu disebut pertumbuhan. Pertumbuhan rumput laut lebih cenderung untuk memperluas dan memperbanyak *thallus* baru yang tumbuh di cabang *thallus* utama daripada *thallus* lama. Pertambahan ukuran sel atau perubahan kondisi membentuk organ yang berbeda dalam struktur dan fungsi (Darmawati, 2012).

Bibit bagian *thallus*, umur, lingkungan, jarak tanam, teknik budidaya, dan teknik penanaman adalah beberapa variabel yang dapat mempengaruhi

pertumbuhan rumput laut. Selain itu, kondisi kualitas perairan sangat penting untuk mendukung kegiatan budidaya rumput laut salah satunya pH, adalah parameter yang dapat mempengaruhi pertumbuhan rumput laut (Tassakka *et al.*, 2014).

Sebagian besar penggunaan rumput laut saat ini masih dilakukan secara alami dan hanya sedikit yang ditanam. Untuk budidaya *Caulerpa*, kualitas air merupakan faktor penting. Parameter fisik-kimia perairan, yang termasuk kualitas air, sangat penting karena mempengaruhi pertumbuhan rumput laut. Kualitas air yang buruk atau tidak memenuhi syarat pertumbuhan akan memperlambat pertumbuhan rumput laut, menyebabkan kualitas rumput laut menurun (Alamsyah, 2016).

2.6 Budidaya Rumput Laut

2.6.1 Lokasi Budidaya

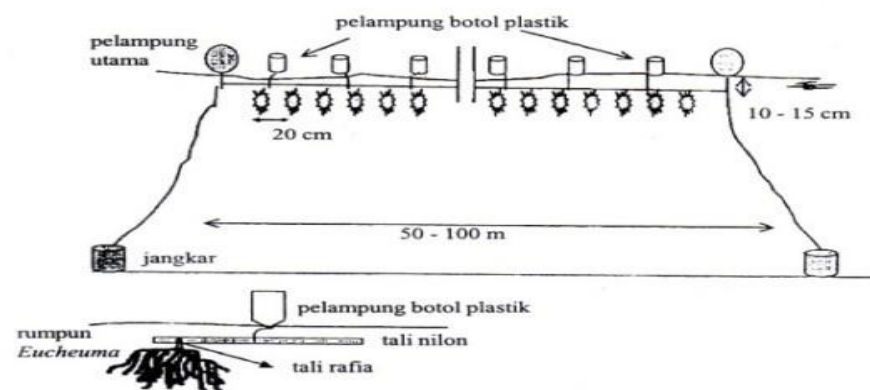
Lokasi budidaya rumput laut adalah salah satu komponen yang dapat mempengaruhi proses budidaya. Lokasi terbaik untuk budidaya rumput laut biasanya adalah air dengan kecerahan 70-100%, kedalaman kurang dari 10 meter, salinitas 28-35 ppt, dasar berpasir atau pecahan karang, dan tidak tercemar oleh limbah rumah tangga, industri, atau kapal laut. Faktor sosial dan infrastruktur, seperti ketersediaan tenaga kerja, sarana transportasi yang mudah dijangkau, dan jaminan keamanan (Nugroho dan Endhay, 2013).

2.6.2 Metode Budidaya

Budidaya rumput laut di lapangan (*field cultur*) dapat dilakukan dengan beberapa macam metode berdasarkan posisi tanam terhadap dasar perairan, diantaranya (Priono, 2013):

1. Metode Dasar (*Bottom Method*)

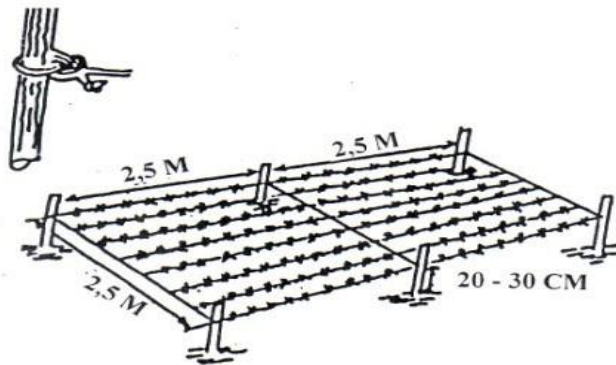
Metode dasar adalah teknik budidaya rumput laut yang menggunakan benih bibit tertentu yang telah diikat, kemudian ditebarkan ke dasar perairan atau diikat dengan batu karang sebelum ditebar.



Gambar 3. Metode dasar
(Syam, 2020)

2. Metode Lepas Dasar (*Off-Bottom Method*)

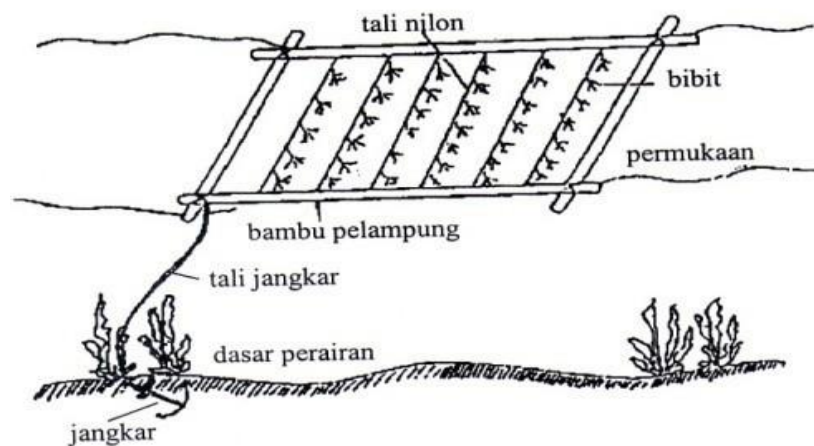
Metode lepas dasar terdiri dari tiga metode yaitu metode jaring lepas dasar (*off bottom net method*), metode tunggal lepas dasar (*off bottom monoline method*), dan metode jaring lepas dasar berbentuk tabung (*off bottom tabular net method*). Metode ini dilakukan dengan mengikat benih rumput laut yang diikat dengan tali rafia pada rentangan tali nilon atau jaring di atas dasar perairan dengan menggunakan pancang kayu.



Gambar 4. Metode lepas dasar
(Syam, 2020)

3. Metode Apung (*Floating Method*)

Metode apung adalah modifikasi dari metode lepas dasar, menggunakan pelampung daripada kayu pancang. Ada dua jenis metode apung: metode tali tunggal (*floating monoline method*) dan metode jaring (*floating net method*).



Gambar 5. Metode Apung
(Syam, 2020)

2.7 Hubungan Kualitas air dalam pH

Kualitas perairan juga dapat mempengaruhi akumulasi logam berat pada biota laut, salah satu rumput laut. Hasil PCA menunjukkan bahwa parameter pH berjarak dekat dengan timbal, yang menunjukkan bahwa mereka saling berikatan.

pH dapat mempengaruhi daya serap *Caulerpa* menunjukkan bahwa jika pH media lebih tinggi, *Caulerpa* sp. lebih mampu menyerap logam berat. Hal ini disebabkan oleh banyak spesies reaktif yang ditemukan pada permukaan alga. Selain itu, faktor konsentrasi proton yang tinggi dalam larutan berkompetisi dengan ion logam untuk membentuk ikatan pada permukaan alga (Syahputro *et al.*, 2024).

Salah satu faktor yang memengaruhi jumlah logam berat yang terabsorpsi pada makroalga adalah tingkat keasaman (pH). Dalam keadaan pH yang rendah, gugus anionik seperti amino dan karboksilat akan protonasi karena muatan positif permukaan alga. Kation logam memiliki muatan ion H^+ yang sama dengan permukaan alga. Jadi, dua ion bermuatan positif bersaing satu sama lain dan menyebabkan tolakan, yang menyebabkan daya serap yang rendah. Di sisi lain, jika pH tinggi karena permukaan padatan bermuatan H^+ , gugus hidroksil atau asam amino akan diprotonasi, sehingga penyerapan ion logam meningkat (Fanani *et al.*, 2017).

Valentine *et al.* (2021) menunjukkan bahwa kisaran pH ideal adalah antara 6,5 dan 8,0, dan bahwa kadar ion hidrogen yang relatif rendah menyebabkan pH yang lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan pernyataan (Annisa *et al.*, 2020) bahwa jumlah ion hidrogen berkorelasi positif dengan peningkatan pH dan penurunan jumlah ion hidrogen, dan sebaliknya. Laju fotosintesis berkorelasi negatif dengan konsentrasi pH dengan kata lain, laju fotosintesis meningkat seiring dengan penurunan pH, dan peningkatan pH di atas 8,5 berdampak pada peningkatan epigenetik (Syahputro *et al.*, 2024).

2.8 Pupuk NPK

Pupuk NPK merupakan pupuk yang dapat memacu pertumbuhan tunas muda dan meningkatkan daya tahan tumbuhan terhadap serangan penyakit. Pupuk ini mengandung unsur N, unsur P dan Unsur K (Kushartono *et al.*, 2009). Nitrogen merupakan unsur makro yang bermanfaat untuk merangsang pertumbuhan suatu tumbuhan. Kekurangan N akan menghambat pertumbuhan mikroalga karena merupakan unsur yang digunakan dalam proses fotosintesis. Unsur P merupakan penyusun ikatan pirofosfat dari ATP (*Adenosine Tri Phosphat*) yang daya energi dan merupakan bahan bakar untuk semua kegiatan biokimia di dalam sel (Kushartono *et al.*, 2009), Unsur K merupakan unsur hara makro yaitu unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah banyak oleh tumbuhan (Aryandhita & Kastono, 2021).

Dalam kultur pakan alami, pemberian pupuk dimaksudkan untuk meningkatkan unsur hara Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) yang dibutuhkan organisme budidaya. Kebutuhan unsur hara dimaksudkan untuk meningkatkan kesuburan tanaman dengan cara mencampur atau memformulasi (*mixed fertilizer*) beberapa jenis pupuk menjadi satu bagian (Rosmarkam & Yuwono, 2002). Kandungan unsur hara atau unsur pembangun seperti unsur N, P, dan K pada pupuk jenis KCI (Kaliumklorida), pupuk jenis Silikat ($\text{Na}_2\text{SiO}_4\text{H}_2\text{O}$), memiliki kadar natrium, Silikat (Si) dan Oksigen (O_2), serta pupuk jenis NPK (mark German) memiliki kandungan: 60% (N), 60% (P), 60% (K) (Sutejo, 1987).

2.9 Parameter Kualitas Air

2.9.1 Parameter Fisika

1. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting bagi kehidupan organisme di lautan, karena sangat mempengaruhi baik aktivitas metabolisme maupun perkembangan dari organisme-organisme laut. Nilai suhu optimum pertumbuhan makroalga yaitu berkisar antara 25-31°C (Jumiati & Ardyati, 2023).

Daya larut gas-gas yang diperlukan untuk fotosintesis, seperti CO₂ dan oksigen, lebih mudah larut pada suhu rendah daripada pada suhu tinggi. Akibatnya, suhu rendah meningkatkan kecepatan fotosintesis. Suhu permukaan laut berubah seiring waktu karena panas yang diterima dari sinar matahari. Perubahan suhu ini dapat terjadi setiap hari, selama musim, tahunan, atau selama periode waktu yang lebih lama (Asriyana *et al.*, 2023).

2. pH

H adalah ukuran konsentrasi ion hidrogen (H⁺) dalam suatu larutan, yang menunjukkan sifat asam atau basa dari air. Skala pH berkisar dari 0 hingga 14, di mana pH 7 dianggap netral, pH di bawah 7 menunjukkan sifat asam, dan pH di atas 7 menunjukkan sifat basa. Kualitas air sangat dipengaruhi oleh pH karena memengaruhi berbagai proses kimia, biologis, dan fisik di dalam air (Wetzel, 2001). Menurut Lee & Choi (2008), bahwa pH air memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan perkembangan *Caulerpa* sp. Penelitian menunjukkan bahwa *Caulerpa* sp. tumbuh optimal

pada pH 7,5 hingga 8,5, yang mencerminkan kondisi lingkungan alami mereka di perairan laut. Pada pH yang lebih rendah atau lebih tinggi, pertumbuhan dapat terhambat, yang berpotensi mengurangi biomassa dan kesehatan rumput laut.

2.9.2 Parameter Kimia

1. Salinitas

Salinitas sangat penting bagi kelangsungan hidup makhluk laut karena jumlah bahan padat yang terkandung dalam tiap kilogram air laut, yang diukur dalam gram per-kilogram atau perseribu. Hampir semua organisme laut hanya dapat hidup di tempat yang mengalami perubahan salinitas yang kecil. Rumput laut *Caulerpa* dapat bertahan hidup pada salinitas antara 20 dan 50 ppt, tetapi pertumbuhan hanya dapat terjadi pada salinitas antara 20 dan 45 ppt. Pada salinitas 35 ppt, laju pertumbuhan spesifik maksimal adalah $2,038 \pm 0,465\%$ per hari. Salinitas sangat penting untuk keberhasilan usaha pertanian (Pranggono & Madusari, 2020).

2. Oksigen Terlarut

Organisme perairan menggunakan oksigen dalam air untuk melakukan respirasi. Mikroorganisme menguraikan zat organik menjadi anorganik. Meningkatnya bahan organik yang masuk ke perairan, tekanan atmosfer, suhu, salinitas, respirasi, lapisan permukaan air, dan senyawa yang mudah teroksidasi adalah semua faktor yang memengaruhi kadar oksigen dalam perairan. Penurunan kadar oksigen terlarut akan menyebabkan penurunan aktivitas kehidupan dalam perairan (Pranggono & Madusari, 2020).

Proses difusi oksigen dari udara ke dalam air terjadi pada lapisan permukaan, yang menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut tinggi. Pada media penelitian, konsentrasi oksigen terlarut berkisar antara 3-6,7 mg/L, yang menunjukkan bahwa oksigen terlarut berada dalam kisaran yang ideal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup rumput laut *Caulerpa* sp. (Pranggono & Madusari, 2020). Selanjutnya nilai baku DO rumput laut adalah lebih dari 5 mg/L. Ini berarti bahwa metabolisme rumput laut dapat berjalan dengan baik dalam perairan dengan oksigen terlarut sebesar 5 mg/L atau lebih.

3. Nitrat

Nitrat adalah salah satu bentuk nitrogen yang paling penting di lingkungan dan memainkan peran penting dalam berbagai proses biologis dan geokimia. Senyawa kimia ini terdiri dari tiga atom nitrogen (N) dan tiga atom oksigen (O). Formula kimia sering kali digunakan untuk menggambarkan nitrat. Nitrat biasanya berbentuk garam, seperti natrium nitrat (NaNO_3) atau kalium nitrat (KNO_3), yang larut dalam air dan mudah terionisasi, membentuk ion nitrat (NO_3^-). Nitrat juga dapat mereduksi menjadi senyawa nitrogen lainnya, seperti amonia (NH_3) atau nitrogen gas (N_2). Nitrifikasi mengubah nitrogen atmosfer menjadi bentuk yang dapat digunakan tanaman, memainkan peran penting dalam siklus nitrogen alam (Silvi *et al.*, 2022).

4. Fospat

Fosfat adalah salah satu nutrisi penting dalam ekosistem perairan, termasuk bagi pertumbuhan rumput laut. Fosfat mempengaruhi kualitas air di lingkungan tempat rumput laut tumbuh dan berpartisipasi dalam proses fotosintesis dan pertumbuhan sel pada rumput laut. Konsentrasi fosfat yang ideal sangat penting untuk mendukung produksi biomassa rumput laut yang tinggi (Silvi *et al.*, 2022).

Valentine *et al.* (2021), bahwa nilai fosfat optimal dalam anggur laut berkisar antara 0,09 hingga 0,1 mg/L. Minimal 0,01 mg/L fosfat dalam air, laju pertumbuhan sebagian besar biota perairan tidak terhambat, tetapi jika kadar fosfat turun di bawah tingkat kritis ini, laju pertumbuhan sel akan menurun nilai laut berkisar antara 0,09 dan 0,1 mg/L.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa pH yang berbeda pada rumput laut *caulerpa* sp. tidak memberikan pengaruh nyata terhadap rata-rata pertumbuhan mutlak dan rata-rata laju pertumbuhan spesifik. Pertumbuhan pada perlakuan D dengan kisaran pH 9 menunjukkan penurunan pertumbuhan mutlak terendah -174 g dengan laju pertumbuhan spesifik sebesar -5,05 %/hari.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan bahwa agar melakukan pengendalian hama yang dapat mengganggu pertumbuhan rumput laut *caulerpa* sp. serta meninjau agar perlu dilakukannya pemantauan rutin pada wadah, memberikan sirkulasi air untuk menjaga kadar oksigen serta melakukan pergantian air secara periodik agar kualitas air dalam kondisi ideal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, M. A., Indarkasi, R. H., Lumbessy, S. Y., & Kotta, R. 2023. Analisis Pertumbuhan Rumput Laut *Caulerpa racemosa* dengan Menggunakan Teknik Kantong. *Lempuk: Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*, 2(1), 9-17.
- Agustina, T., & Wijayanti, A. 2019. Pengaruh pH Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Nutrisi Rumput Laut *Caulerpa lentillifera*. *Jurnal Biologi Tropis*, 12(3), 214-222
- Alamsyah R, 2016. Kesesuaian Parameter Kualitas Air Untuk Budidaya Rumput Laut di Desa Panaikang Kabupaten Sinjai. *Jurnal Agrominasia*;1(2): 61-71
- Antara.2020. Analisis Pertumbuhan *Caulerpa Lentilifera* yang Terintegrasi Dengan Budidaya Haliotis Squamata. *Buletin Oseanografi marina*.11(2).
- Ardiansyah, F., Pranggono, H., dan Madusari, B. D. 2020. Efisiensi Pertumbuhan Rumput Laut *Caulerpa* Sp. Dengan Perbedaan Jarak Tanam di Tambak Cage Culture. Pena: *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 34(2), 74-83.
- Aryandhita, M. I., dan Kastono, D. 2021. Pengaruh Pupuk Kalsium dan Kalium Terhadap Pertumbuhan dan Kualitas Hasil Sawi Hijau (*Brassica rapa L.*). *Vegetalika*, 10(2):107–119.
- Asriyana., Jumiaty., Ardayati, D. P. I. 2023. Identifikasi Jenis-jenis Makroalga yang Terdapat di Zona Intertidal Pantai Tanjung Buaya Desa Lasori Kecamatan Mawasangka Timur. 2(1), 50–64.
- Azizah, R. 2006. Percobaan Berbagai Metode Budidaya Latoh (*caulerpa Racemosa*) Sebagai Upaya Menunjang Kontinuitas Produksi. Semarang. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 11(2): 101-105.
- Basir, A. P., dan Abukena, L., 2017. The Growth of Seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) Cultivated With Longline and Off Bottom Method on Tita Banda Neira Maluku Coastal Area. JFMR UB.
- Bast, F 2014. *An Illustrated Review on Cultivation and Life History of Agronomically Important Seaplants*. In Seaweed: Mineral Composition, Nutritional and Antioxidant Benefits and Agricultural Uses, Eds Vitor Hugo Pomin, 39-70. Nova Publishers, New York ISBN: 978-1-63117-571-8
- Burdames, Y dan Ngangi, E. L. A. 2014. Kondisi Lingkungan Perairan Budidaya Rumput Laut di Desa Arakan, Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Budidaya Perairan*. 2(3):69-75.

- Cahyanurani, A. B., Ummah, R. 2020. Studi Kualitas Air pada Tambak Budidaya Anggur Laut (*Caulerpa Recemosa*) di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. *Jurnal Ilmu Perikanan*.11(2) : 58-65.
- Darmawan, M., Fajarningsih, N.D., Sihono, dan Irianto, H.E. 2020. *Caulerpa*: Ecology, Nutraceutical and Pharmaceutical Potential. In: Nathani, N.M., Mootapally, C., Gadhvi, I.R., Maitreya, B., Joshi, C.G. (eds) *Marine Niche: Applications in Pharmaceutical Sciences*. Springer, Singapore.
- Darmawati, 2012. Perubahan Sel Rumput Laut *Kappaphycus Alvarezii* yang Dibudidayakan pada Kedalaman yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Perikanan*, 1(2): 65.
- Darmawati, 2017. Kajian Pertumbuhan dan Kualitas Rumput Laut *Caulerpa* sp. yang Dibudidayakan Pada Kedalaman dan Jarak Tanam Berbeda; Kajian Prospek Pengembangan Budidaya. Disertasi. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin Makassar.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Direktorat Produksi. Jakarta
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, 2009. Profil Rumput Laut Indonesia.doi.org/10.18860/elha.v18i1.507
- Effendy, H., 2003. Telaah Kualitas Air. Kansius. Yogyakarta.
- Fanani, A. S., Elystia, S., Muria, S. R. 2017. Pemanfaatan Biomassa Alga Biru-Hijau *Anabaena cycadae* Dalam Proses Biosorpsi Logam Cr pada Limbah Cair Industri Elektroplatin. *Jurnal Lingkungan* :4(1): 8-16.
- Farman, A., dan Ilham, I. 2015. Budidaya Rumput Laut *Sargassum* Sp. Menggunakan Metode Lepas Dasar Dengan Jarak Tanam yang Berbeda. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 13(2), 137-142.
- Fatimah, F., Fadilah, L. A. R., Izzatul Millah, A., Nurhayati, T., Irawan, B., Ni'matuzahroh, N., Afandi, M., Rini Nur Izzah Zuhri, A., Watamtin Widhiya, E., Salsabila, S., dan Asrifah Ramly, Z. 2022. Ability Test of IAA (Indole-3-Acetic Acid) Hormone-Producing Endophytic Bacteria from Lamongan Mangrove. *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*. 4(1), 42-50.
- Fatmawati, R. E., Aditya, S. C., dan Susanti, M. 2019. Teknik Budidaya Rumput Laut (*Caulerpa Racemosa*) Dengan Metode Sebar di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau Jepara, Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional MIPA*. Hal. 234-241.
- Guiry, M. D. 2012. How Many Species of Algae Are There?" *Journal of Phycology*, 48(5), 1057-1063.

- Hamuna, B., Tanjung, R.H.R., Suwito, Maury H.K., dan Alianto. 2018. "Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura." *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35-43. doi:10.14710/jil.16.135-43.
- Hannainst, 2024. "Dampak Perubahan Kadar pH Air Terhadap Lingkungan dan Ekosistem." Hannainst.
- Huang, X., Lin, S., Cai, P., Jiang, Z., Ding, B., Shi, L. dan Huang, B. 2020. Optimization of Total Protein Extraction from *Caulerpa Lentillifera* Based on Response Surface Methodology. CEED 2019. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 435(1): p.012029. doi: 10.1088/1755-1315/435/1/012029
- Hui, G., Zhongmin, S., Delin, D. 2014. Effect of Salinity and Nutrient on the Growth and Cholorophyll Fluorescence of *Caulerpa lentiifera*. *Chinesse Journal of Oceanology and Limnology*, and Springer- Verlag Berlin Heidelberg.
- Hutabarat dan Evans. 2001. Pengantar Oseonografi. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Ilustrisimo, C., I, C. Palmitos and R, D. Senagan, 2013. Growth Performance of *Caulerpa lentillifera* (Lato) in Lowered Seawater pH. A Research Paper, 33 hlm.
- IPCC. 2019. Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Available online
- Kasim, M., dan Mustafa, A., 2017. Comparison growth of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) cultivation in floating cage and longline in Indonesia. *J.aqrep*, 6, 49–55
- Kawaroe, M. D. G. Bengen dan W.O.B. Barat.2012. Pemanfaatan Karbondioksida (CO₂) Untuk Optimalisasi Pertumbuhan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. Departemen Ilmu dan Kelautan, Fakultas perikanan dan Ilmu Kelautan, Institusi Pertanian Bogor. 20 hlm.
- Kawaroe, M. et al., 2016 Effect of Different Types of Fertilizers on Growth and Biochemical Composition of Seaweed *Caulerpa racemosa*. *Journal of Environmental Biology*, 37(1), 45-50.
- Kawaroe, M., D.G. Bengen dan W.O.B. Barat. 2012. Pemanfaatan Optimalisasi Pertumbuhan Rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. *Omni-Akuatika*. 11(15): 78 - 90.
- Kushartono, E. W., Suryono, E., dan Setiyaningrum. 2009. Aplikasi Perbedaan Komposisi N, P dan K pada Budidaya *Eucheuma cottonii* di Perairan Teluk Awur, Jepara. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 14 (3) : 164-169.

- Lee, T. & Choi, H. G. 2008. Effects of pH on growth and photosynthetic efficiency of *Caulerpa racemosa*. *Journal of Applied Phycology*, 20(3), 335-342.
- Lideman, A. Elman, Kasturi, dan Fadli, 2016. Petunjuk Teknis Produksi Bibit *Gracilaria Laut (Gracilaria Sp.)* Melalui Kultur Spora pada Tali. BPBAP Takalar. Takalar.
- Mamang, N. 2008. Laju Perumbuhan Bibit Rumput Laut *Eucheuma cottoni* Dengan Perlakuan Asal Thallus Terhadap Bobot Bibit di Perairan Lakeba, Kota Bau-bau, Sulawesi Tenggara. Skripsi. Bogor : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Masyahoro dan Mappiratu. 2010. Respon Pertumbuhan Pada Berbagai Kedalaman Bibit dan Umur Panen Rumput Laut *Eucheuma Cottoni* di Perairan Teluk Palu. *Media Litbang Sulteng*, III(2) ; 104-111.
- Meiyana, M., Ekawati & Prihaningrum, A. (2001) *Biologi Rumput Laut*. Balai Budidaya Laut, Lampung.
- Mulyani, A. S. 2021. Antisipasi Terjadinya Pemanasan Global Dengan Deteksi Dini Suhu Permukaan Air Menggunakan Data Satelit. *e-Journal Centech 2020*, 2(1), 22-29.
- Nana, Jumriadi, Rimmer, M. Raharjo, S. 2012. Budidaya Lawa-lawi (*Caulerpa sp.*) di Tambak sebagai Upaya Diversifikasi Budidaya Perikanan. *Jurnal Riset Akuakultur*. Makassar. Hal.2-20.
- Nugroho E., dan Endhany K., 2013. Agribisnis rumput laut. Penebar swadaya. Jakarta Timur.
- Patty, S. I., Rizki, M. P., Rifai, H., dan Akbar, N. 2019. Kajian Kualitas Air dan Indeks Pencemaran Perairan Laut di Teluk Manado Ditinjau dari Parameter Fisika-Kimia Air Laut. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 2(2).
- Paul N, Dworjanyn S, Nys R. 2013. Green Caviar and Sea Grapes: Targeted Cultivation of High-Value Seaweeds from the Genus *Caulerpa*. School of Marine and Tropical Biology, James Cook University, National Marine Science Centre, Southern Cross University, 1-42.
- Priono, B., 2013. Budidaya Rumput Laut Dalam Upaya Peningkatan Dakam Industrialisasi Perikanan. *Media Akuakultur*, 8(1): 1-8.
- Putriningtias, A. et al. 2021. Kualitas Perairan di daerah pesisir Pulau Ujung Perling, Kota Langsa, Aceh. *Habitus Aquatica*, 2(2),95-99.
- Rosmarkam, A. dan Yuwono, N. W. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius, Yogyakarta.

- Runtuboi D, Paulungan YP, Gunaedi DT. 2014. Studi Kesesuaian Lahan Budidaya Rumput Laut berdasarkan Parameter Biofisik Perairan di Yensawai Distrik Batanta Utara Kabupaten Raja Ampat. *Jurnal Biologi Papua*. 6(1): 31-37.
- Safitri, E., dan Rachmadiarti, F. 2023. Analisis Parameter Kualitas Air Untuk Habitat Rumput Laut *Caulerpa racemosa* Di Pantai Joko Mursodo, Lohgung, Lamongan. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 12(3), 299-306.
- Saptasari, 2012. Variasi Ciri Morfologi dan Potensi Makroalga Jenis *Caulerpa* Di Pantai Kondang Merak Kabupaten Malang. *El Hayah*, 1(2), 19-22. <https://>
- Saputra, N. R. M. 2017. Pemanfaatan Limbah Padat Tambak Udang Dalam Budidaya *Caulerpa Lentillifera*.
- Septiyaningrum. 2020. Identifikasi Jenis Anggur Laut (*Caulera* Sp) Teluk Sepang Kota Bengkulu. *Jurnal Perikanan*. 10(2), 195-204.
- Serdiati, N. dan I.M. Widiastuti, 2010. Pertumbuhan dan Produksi Rumput Laut *Euchema Cottoni* pada Kedalaman Penanaman yang Berbeda. *Media Litbang Sulteng*, 3 (1): 21-26.
- Setiaji K, Santosa G, Sunaryo. 2012. Pengaruh Penambahan NPK dan Urea pada Media Air Pemeliharaan terhadap Pertumbuhan Rumput Laut *Caulerpa racemosa* var. *ulifera*. *Journal of Marine Research*. 1(2): 45-50.
- Silvi, M. V., Redjeki, S., Riniatsih, I. 2022. Kandungan Nutrien di Sedimen pada Ekosistem Padang Lamun di Teluk Awur dan Pulau Panjang, Jepara. *Journal of Marine Researsh*, 11(3), 420-428.
- Sitorus, E. R., Santosa, G. W., dan Pramesti, R. 2020. Pengaruh Rendahnya Intensitas Cahaya Terhadap *Caulerpa racemosa* (Forsskål) 1873 (Ulvophyceae : Caulerpaceae). 9(1), 13–17.
- Soegiarto, A. Sulistijo, W.S. Atmadja. H. Mubarak. 1987. Rumput Laut (Alga) Manfaat, Potensi dan Usaha Budidayanya. LON-LIPI, Jakarta.
- Sutejo, M. M. 1987. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Jakarta: PT RINEKA CIPTA.
- Sutika, N., 1989. Ilmu Air. Universitas Padjajaran. BUNPAD Bandung.
- Syahputro, I., Martini, N. N. D., Amelia, J. M., dan Antara, K. L. 2024. Analisis Komparasi Kandungan Vitamin Anggur Laut (*Caulerpa lentillifera*) Antara Hasil Budidaya Terkontrol Dengan Hasil Dari Alam. *Journal of Tropical Marine Science*, 7(1), 31-36.
- Syam, J. 2020. *Metode-Metode Budidaya Rumput Laut*. TaniLogic.com. Diakses pada tanggal 6 November 2024 pada pukul 14.34 WITA.

- Tapotubun, A.M., Matrutty, A.A., Tapotubun, E.J., Mailoa, M.N. dan Fransina, E.G. 2018. The sensory characteristic of *Caulerpa* jelly candy based on the consumers acceptance. *Science Nature*, 1(1):15-21
- Tassakka, A. C. M., G. Latama dan Rustam, 2014. Pengaruh Perbedaan Varietas Rumput Laut (*Kappaphycus* Sp.) dan Variasi Kedalaman Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Rumput Laut Menggunakan Metode Budidaya “top down”. Torani: *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*, 24 (1):131-142.
- Tezia, A.Y. 2020. Analisis Tingkat Parameter Fisika Air sebagai Indikator Kualitas air pada Sungai Patteteang di Sub Das Jenelata (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Valentine, R. Y., Sudiarsa, I. N., Tangguda, S., Haryadi, D. R. 2021. Kinerja Pertumbuhan dan Dinamika Kualitas Air pada Budidaya Anggur Laut (*Caulerpa* Sp.) Dengan Naungan Berbeda. *Jurnal Agroqua*, 19(1) : 15-23.
- Varabih, C. A., dan Fitri, D. H. 2024. Pengaruh Pemanasan Global dan Pengasaman Laut terhadap Biota. *Journal Of Oceanography And Aquatic Science*, 2(1), 13-16.
- Walhi. 2006. Dampak Lingkungan Hidup Operasi Pertambangan Tembaga dan Emas Freeport-Rio Tinto di Papua. Walhi. Jakarta Indonesia.
- Wetzel, R. G. 2001. *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Academic Press.
- Widodo, J. dan Suandi. 2006. Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Laut. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Widyorini, N. 2010. Analisis Pertumbuhan *Gracilaria* sp. di Tambak Udang Ditinjau dari tingkat Sedimentasi. *Jurnal Saintek Perikanan*, (6)1:30-36.
- Wu, L., et al. 2018. Nitrate pollution and its transfer in surface water and groundwater in agricultural catchments. *Journal of Hydrology*, 559, 156-172.
- Yuliana, A., Rejeki, S., dan Widowati, L. L. 2015. Pengaruh Salinitas yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut Latoh (*Caulerpa Lentillifera*) di Laboratorium Pengembangan Wilayah Pantai (LPWP) JEPARA. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, (4) 4: 61-66.
- Zatnika, A. 2009. Pedoman Teknis Budidaya Rumput Laut. Bada Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta.