

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jra>

## PENGARUH EKSTRAK KASAR JAGUNG (*Zea mays*) SEBAGAI ZAT PENGATUR TUMBUH ALAMI TERHADAP LAJU PERTUMBUHAN *Caulerpa racemosa*

Winda Rahmawati, Dicky Harwanto, dan Seto Windarto<sup>#</sup>

Departemen Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro  
Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang 50275

(Naskah diterima : 28 Januari 2022; Revisi final 11 Juli 2022; Disetujui publikasi 11 Juli 2022)

### ABSTRAK

*Caulerpa racemosa* atau dikenal dengan nama latoh adalah salah satu komoditas perikanan yang digemari karena memiliki kandungan gizi yang tinggi. Namun, dalam budidaya *C. racemosa* masih terdapat kendala yaitu produksi yang belum maksimal dan pertumbuhan yang belum optimal. Salah satu cara untuk meningkatkan pertumbuhannya yaitu dengan melakukan perendaman bibit rumput laut menggunakan hormon pertumbuhan dari ekstrak bahan alami. Jagung merupakan salah satu bahan alami yang mengandung hormon pertumbuhan giberelin, sitokinin, dan auksin. Hormon tersebut dapat merangsang pertumbuhan batang dan akar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas penambahan hormon dengan menggunakan ekstrak kasar jagung terhadap pertumbuhan dan morfologi *C. racemosa* dan mengetahui lama waktu perendaman terbaik ekstrak kasar jagung terhadap pertumbuhan *C. racemosa*. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 3 kali pengulangan. Perlakuan yang dilakukan yaitu perendaman selama 0 menit (sebagai kontrol) (A), 30 menit (B), 40 menit (C), dan 50 menit (D). Data yang diperoleh selama penelitian meliputi morfologi, pertumbuhan bobot mutlak, laju pertumbuhan spesifik, dan kualitas air. Lama waktu perendaman *C. racemosa* dalam media ekstrak kasar jagung berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap pertumbuhan. Perlakuan B menunjukkan hasil terbaik terhadap pertumbuhan bobot mutlak ( $123,63 \pm 6,55$  g) dan laju pertumbuhan spesifik ( $4,15 \pm 0,21\%$  per hari). Perlakuan B memiliki morfologi thalus dan ramuli yang besar serta rimbun. Parameter kualitas air dalam kisaran yang sesuai untuk pertumbuhan *C. racemosa*.

**KATA KUNCI :** Latoh; jagung; ZPT; hormon; pertumbuhan

**ABSTRACT :** *The Effect of Crude Extract of Corn (Zea Mays) as a Plant Growth Regulator on the Growth of Caulerpa racemosa*

*Caulerpa racemosa*, known as latoh, is a popular edible green alga due to its high nutritional content and medicinal benefits. However, low quality and slow growth of seed prevented the aquaculture development *C. racemosa*. Soaking the seaweed seed with growth hormone immersion from extracts of natural ingredients could potentially improve its growth rate. Corn contains growth hormone gibberellins, cytokinins, and auxins. These hormones can stimulate the growth of stems and roots. This study aimed to determine the effectiveness of growth hormones in corn crude extract and the best soaking time of the extract on the growth development and morphology of *C. racemosa*. This research was conducted using an experimental method with a Completely Randomized Design (CRD) consisting of four treatments with three replicates. The treatments were soaking the seed in corn extract for 0 minutes (as a control) (A), 30 minutes (B), 40 minutes (C), and 50 minutes (D). The data obtained during the study included morphology, absolute weight growth, specific growth rate, and water quality. The duration of immersion of *C. racemosa* in maize extract media had a significant effect ( $P < 0.05$ ) on growth. Treatment B showed the best results with absolute weight growth and growth rate values of  $123.63 \pm 6.55$  g and  $4.15 \pm 0.21\%$  per day, respectively. This research successfully determines that corn extract improves the growth of *C. racemosa* seeds indicated by the large thallus and ramuli of the cultured seaweed.

**KEYWORDS:** Latoh; corn; PGRs; hormones; growth

---

<sup>#</sup>Korespondensi: Departemen Akuakultur,  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.  
Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang 50275, Indonesia  
E-mail: [seto.windarto@live.undip.ac.id](mailto:seto.windarto@live.undip.ac.id)

## PENDAHULUAN

Rumput laut jenis *Caulerpa racemosa* merupakan salah satu jenis rumput laut yang mulai banyak dikembangkan di Indonesia. *Caulerpa* sp. merupakan jenis rumput laut dari kelas Chlorophyceae (Sharma *et al.*, 2015). *Caulerpa* sp. memiliki kandungan karbohidrat, abu, lemak, serat, protein, dan asam lemak PUFA berturut-turut adalah 44,02%, 29,96%, 2,87%, 4,12%, 19,38% dan 38,07% (Thilagahvani, 2013). Kandungan mineral pada *C. racemosa* adalah berupa natrium (Na), kalsium (Ca), dan kalium (K) dengan jumlah masing-masing yaitu  $(1,900 \pm 0,036)$ ,  $(0,195 \pm 0,024)$ ,  $(0,013 \pm 0,036)$  dimana natrium memiliki jumlah yang paling besar dan berfungsi untuk menjaga keseimbangan cairan, osmotik, dan asam basa (Ma'ruf *et al.*, 2013). Produksi *C. racemosa* saat ini kurang maksimal karena tersedia secara musiman dan mengandalkan hasil dari alam. Salah satu cara untuk meningkatkan mutu produksi bibit rumput laut yaitu dengan melakukan perendaman bibit rumput laut dalam hormon pertumbuhan (Aisa *et al.*, 2020).

Penambahan hormon secara eksogen berpengaruh terhadap pertumbuhan karena dapat menangani kekurangan hormon pada tanaman (Rachman *et al.*, 2017). Ada lima kelompok zat pengatur tumbuh (ZPT) yaitu auksin, giberelin, sitokinin, etilen, dan inhibitor yang memiliki ciri khas dan pengaruh yang berlainan terhadap proses fisiologis (Suryawan *et al.*, 2018). Pertumbuhan dan perkembangan suatu tumbuhan sangat dipengaruhi oleh kerja zat pengatur tumbuh, pada pertumbuhan rumput laut, kombinasi zat pengatur tumbuh jenis auksin dan sitokinin dapat membantu dalam proses regenerasi kalus (Mulyaningrum *et al.*, 2013).

Pemanfaatan ZPT alami untuk pertumbuhan sudah banyak dilakukan. Salah satunya adalah

dengan memanfaatkan alga sebagai sumber ZPT alami, dimana fitohormon yang terkandung di dalamnya adalah auksin, giberelin, dan sitokinin (Rachman *et al.*, 2017; Cokrowati & Diniarti, 2019). Penggunaan ekstrak alga sebagai sumber fitohormon dapat diganti dengan tanaman tingkat tinggi seperti jagung. Hal ini dikarenakan biji jagung mengandung ZPT auksin (9,13ppm), giberelin (98,75 ppm), dan sitokinin (74,37 ppm) (Hapsari *et al.*, 2016). Pemilihan jagung sebagai sumber ZPT alami karena selain mengandung ZPT, jagung mudah didapatkan di lingkungan sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama waktu perendaman ZPT berbasis ekstrak jagung terhadap pertumbuhan dan morfologi *C. racemosa* serta mengetahui lama waktu perendaman terbaik ekstrak kasar jagung terhadap pertumbuhan *C. racemosa*.

## BAHAN DAN METODE

Rumput laut yang digunakan adalah *Caulerpa racemosa* diperoleh dari tambak Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau Jepara. Berat bibit yang digunakan dalam setiap perlakuan dan ulangan yaitu 50 g. Wadah yang digunakan untuk penelitian ini berupa bak fiber dengan ukuran p x l x t (1 m x 1 m x 1 m) dengan volume 100 L. Wadah diisi air hingga mencapai ketinggian 70 cm (volume air 70 L) dan diberi pupuk menggunakan  $\text{NaNO}_3$  54,4 g L<sup>-1</sup> dan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  10,88 g L<sup>-1</sup> yang dilarutkan dalam 1 L akuades (Harwanto *et al.*, 2020). Penanaman bibit rumput laut menggunakan metode lepas dasar dengan menggunakan substrat lumpur berpasir (Windarto *et al.*, 2021).

### Persiapan Bahan Alami sebagai ZPT dan Perendaman

Pembuatan ekstrak kasar jagung dilakukan dengan menghaluskan 50 g biji jagung muda, lalu disaring dan diambil sarinya, kemudian

dicampur dengan gula serta akuades sebanyak 1 L dan dilakukan fermentasi selama 24 jam. Setelah 24 jam ekstrak disaring dengan menggunakan kertas saring (Rinaldi *et al.*, 2019). *Caulerpa racemosa* sebanyak 50 g direndam dalam 600 ml larutan campuran dari air laut dan ekstrak jagung sesuai dengan perlakuan, yaitu perlakuan A (0 menit), perlakuan B (30 menit), perlakuan C (40 menit), dan perlakuan D (50 menit).

### Pengumpulan Data

Parameter yang diukur selama penelitian meliputi morfologi, pertumbuhan bobot, laju pertumbuhan spesifik, dan kualitas air yang meliputi suhu, pH, salinitas, dan oksigen terlarut (DO).

### Pertumbuhan Bobot Mutlak

Perhitungan pertumbuhan dilakukan dengan melakukan penimbangan bobot rumput laut di awal pemeliharaan dan akhir pemeliharaan. Rumput laut dibersihkan dari kotoran yang menempel dan kemudian ditimbang. Pertumbuhan bobot mutlak adalah pengurangan antara bobot pada akhir pemeliharaan dengan bobot awal pemeliharaan, dihitung menurut Susanto *et al.* (2010), yaitu:

$$W = W_t - W_0$$

Keterangan:

W : Pertumbuhan bobot mutlak rumput laut uji (g)

$W_t$  : Bobot rata-rata rumput laut uji pada akhir penelitian (g)

$W_0$  : Bobot rata-rata rumput laut uji pada awal penelitian (g)

### Laju Pertumbuhan Spesifik

Menurut Setiaji *et al.* (2012), berdasarkan

hasil pengukuran pertumbuhan bobot, kemudian dilakukan perhitungan laju pertumbuhan spesifik dengan rumus berikut yaitu:

$$SGR = \ln \left[ \frac{W_t}{W_0} \right] / t \times 10$$

Keterangan:

SGR: *Specific Growth Rate* (% per hari)

$W_0$  : bobot biomassa rumput laut pada awal pemeliharaan (g)

$W_t$  : bobot biomassa rumput laut pada akhir pemeliharaan (g)

t : lama pemeliharaan (hari)

### Kualitas Air

Data kualitas air yang diukur meliputi suhu dan oksigen terlarut (DO) menggunakan DO meter HI 9147, salinitas dengan menggunakan refraktometer RHS-10ATC, dan keasaman perairan (pH) menggunakan alat pH meter Lutron-208. Masing-masing kualitas air dilakukan pengukuran pada pagi dan sore hari secara rutin.

### Analisis Data

Data yang telah diperoleh selama penelitian kemudian dianalisis dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan diuji dengan menggunakan uji Duncan untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan yang sangat nyata. Data kualitas air dan morfologi dianalisis secara deskriptif yaitu mendeskripsikan atau menggambarkan mengenai subjek penelitian berdasarkan data variabel yang diperoleh.

## HASIL DAN BAHASAN

### Morfologi *Caulerpa racemosa*

*Caulerpa racemosa* dipelihara selama 30 hari dan diamati perubahan morfologinya berdasarkan perlakuan lama waktu perendaman yang berbeda. Hasil morfologi dari *C. racemosa* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Morfologi *Caulerpa racemosa* setelah 30 hari perendaman yang berbeda menggunakan zat pengatur tumbuh (ZPT) berbahan dasar jagung: (A) Perlakuan A, (B) Perlakuan B, (C) Perlakuan *Caulerpa* (D) Perlakuan D

Figure 1. Morphology of cultured *Caulerpa racemosa* 30 days post different soaking times using corn-based plant growth regulator (PGR): (A) Treatment A, (B) Treatment B, (C) Treatment C, (D) Treatment D

*Caulerpa racemosa* terdiri dari ramuli, asimilator, dan rhizoid dimana terdapat perbedaan pada morfologi *C. racemosa* sesuai dengan kondisi daerah tumbuhnya (Estrada *et al.*, 2020). Berdasarkan hasil pengamatan morfologi *C. racemosa* didapatkan perbedaan morfologi pada rumput laut uji. *Caulerpa racemosa* pada perlakuan A dan B menunjukkan morfologi yang baik dan sehat dilihat dari ramuli dan thallusnya dibandingkan dengan perlakuan C dan D dimana jumlah ramulinya lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan A dan B. Perlakuan B menunjukkan ramuli dan thallus yang lebih sehat dikarenakan adanya efek hormon eksogen dari jagung dibanding perlakuan A (tanpa pemberian hormon eksogen), tetapi perlakuan A lebih sehat dibanding perlakuan C dan D, dikarenakan perlakuan C dan D telah mencapai batas optimal waktu perendaman. Hormon eksogen dengan lama perendaman yang

sesuai akan memengaruhi pertumbuhan dan morfologi tumbuhan. Waktu perendaman yang terlalu lama diduga berpengaruh terhadap pertumbuhan dari *C. racemosa*. Pertumbuhan *C. racemosa* mengalami penurunan apabila direndam terlalu lama pada zat pengatur tumbuh. Hal ini diduga karena fitohormon yang terkandung pada zat pengatur tumbuh mudah mengalami kerusakan secara non-enzimatik akibat pengaruh intensitas cahaya dan temperatur yang tinggi (Dascaliuc, 2002; Sukmadi, 2013). Setiap tanaman memiliki waktu tersendiri untuk menyerap suatu nutrisi. Perendaman yang tepat akan memengaruhi kinerja hormon. Hal ini diduga karena proses absorpsi hormon yang masuk ke dalam sel sudah mencapai keadaan yang seimbang (jumlah hormon eksogen dan endogen sama), sehingga penambahan waktu perendaman tidak dapat meningkatkan jumlah hormon ke dalam tumbuhan. Hormon yang terlalu tinggi

akan mengganggu metabolisme sel, akibatnya akan menghambat proses pertumbuhan tanaman (Pamungkas *et al.*, 2009). Perlakuan A tanpa penambahan hormon eksogen lebih baik morfologinya dibandingkan dengan perlakuan C dan D yang direndam terlalu lama pada ekstrak kasar yang mengandung hormon eksogen, tetapi perlakuan B dengan lama perendaman yang optimal menunjukkan hasil terbaik dibandingkan perlakuan A, C, dan D.

Jagung merupakan bahan alami yang mengandung zeatin golongan sitokinin yang berfungsi dalam pembelahan sel, menghambat degradasi klorofil, dan penuaan sehingga terjadi peningkatan tinggi batang (Damiska *et al.*, 2015) serta giberelin yang bekerja untuk penebalan thallus (Pandeey *et al.*, 2017, Sundhari *et al.*, 2016). Menurut Hapsari *et al.* (2016), kandungan hormon dalam jagung adalah giberelin (98,75 mg/L), sitokinin (74,37 mg/L), dan auksin (9,13 mg/L).

Hormon tanaman merupakan faktor biotik yang penting untuk mengatur pertumbuhan. Di antara tujuh jenis hormon tanaman, auksin dan giberelin (GA) merupakan akselerator kuat pertumbuhan tunas. Hormon ini adalah molekul kecil yang dapat menyebar yang dengan mudah menembus antarsel. Auksin (IAA) masif diangkut dari pucuk ke akar melalui transpor polar, kecepatan masuknya IAA terutama mengontrol kadar IAA dalam sel akar. GA dan IAA menekan ekspresi gen dengan mendegradasi protein penekan gen melalui sistem proteasome yang dimediasi ubiquitin. Interaksi lain IAA dan GA dalam regulasi pertumbuhan adalah peningkatan kadar GA1 oleh IAA. Proses biokimia terakhir dari regulasi pertumbuhan terjadi di dinding sel, kemungkinan *cross-talk* juga dimungkinkan dalam pembentukan dan modifikasi dinding sel. Hormon adalah senyawa yang bekerja pada konsentrasi rendah yang mampu memberi sinyal dan mengontrol respons, pertumbuhan, dan perkembangan organisme hidup melalui sirkulasi melalui sebagian atau seluruh organisme. Kinerja hormon melibatkan proses transduksi sinyal. Transduksi sinyal adalah relai

yang melibatkan konversi sinyal intraseluler atau ekstraseluler menjadi respons seluler. Proses pensinyalan mewujudkan sintesis molekul sinyal (ligan), pengangkutan molekul sinyal, pengikatan molekul sinyal dengan reseptor, pengembangan respons seluler, dan pelepasan/degradasi molekul sinyal. Reseptor permukaan sel mengenali dan merasakan rangsangan (ligan) di lingkungan ekstraseluler, setelah itu mereka berinteraksi dengan ligan dan mentransduksi sinyal ekstraseluler ke dalam sel. Umumnya ketika molekul sinyal ekstraseluler mengikat reseptornya, reaksi seluler awal melibatkan pengaktifan produksi utusan kedua atau mediator pensinyalan intraseluler, yang akibatnya memicu serangkaian respons seluler (Tanimoto, 2007; Wang & Irving, 2011).

Pertumbuhan ramuli pada latoh juga dipengaruhi oleh kerja hormon auksin (Febriyanti *et al.*, 2017). Auksin memacu protein tertentu yang terdapat pada membran plasma sel tumbuhan untuk memicu ion H<sup>+</sup> menuju dinding sel. Ion ini mengaktifkan enzim tertentu, sehingga beberapa ikatan silang hidrogen rantai molekul selulosa penyusun dinding sel akan terputus. Sel kemudian memanjang akibat adanya air yang masuk secara osmosis. Setelah terjadi pemanjangan, sel terus tumbuh dengan mensintesis kembali material dinding sel dan sitoplasma (Irwanto, 2003). Selain terdapat hormon pengatur tumbuh jagung juga mengandung asam amino, karbohidrat, dan vitamin (Damiska *et al.*, 2015). Adanya nutrisi yang cukup menyebabkan energi yang dihasilkan cukup besar untuk mendorong pemanjangan sel dan akan merangsang pertumbuhan. Pemberian auksin eksogen akan digunakan untuk pembentukan tunas muda terlebih dahulu kemudian memacu aktivitas auksin endogen, sehingga memacu pembentukan tunas awal. Selanjutnya pertumbuhan rhizoid menggunakan auksin yang diproduksi oleh tunas muda tersebut yang mulai tumbuh (Hidayanto *et al.*, 2003). Adanya ramulli juga berpengaruh terhadap pertumbuhan rhizoid, karena karbohidrat yang dihasilkan oleh ramulli mampu menstimulasi pembentukan rhizoid. Pembentukan rhizoid

membutuhkan energi yang diperoleh dari karbohidrat dan protein.

Lingkungan yang sesuai akan membuat rumput laut menyerap nutrisi yang ada di media baik itu berupa pupuk atau hormon yang berasal dari bahan alami. Kecerahan merupakan salah satu faktor penting yang berhubungan dengan ketersediaan sinar matahari yang berpengaruh terhadap fotosintesis (Yuniarsih *et al.*, 2014) untuk mendukung pertumbuhannya, sehingga rhizoid, asimilator, dan ramulli rumput laut

dapat tumbuh dengan baik. Substrat lumpur berpasir merupakan media yang sangat cocok untuk menempel latoh yang sangat baik karena latoh dapat menempel dan merambat dengan baik sehingga morfologi dari latoh tersebut tidak rusak.

### Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pertumbuhan bobot *C. racemosa* setelah pemeliharaan 30 hari dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data pertumbuhan bobot *Caulerpa racemosa* setelah 30 hari pascaperendaman yang berbeda menggunakan zat pengatur tumbuh (ZPT) berbahan dasar jagung

Table 1. Growth of *Caulerpa racemosa* 30 days post different soaking times using corn-based plant growth regulator (PGR)

Ulangan <i>Replication</i>	Perlakuan <i>Treatment</i>			
	A (g)	B (g)	C (g)	D (g)
1	113,00	136,65	99,82	55,83
2	88,60	118,44	93,68	80,00
3	118,47	115,80	50,24	27,37
$\Sigma x$	320,07	370,89	243,74	163,20
Rerata $\pm$ SD (g)	106,69 $\pm$ 9,18 <sup>b</sup>	123,63 $\pm$ 6,55 <sup>c</sup>	81,25 $\pm$ 27,03 <sup>a</sup>	54,40 $\pm$ 26,34 <sup>a</sup>
<i>Mean <math>\pm</math> SD (g)</i>				

Keterangan: Nilai dengan superskrip yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata.

Note: different superscripts show significantly different results.

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa perlakuan A (kontrol) memiliki nilai bobot mutlak (106,69  $\pm$  9,18 g), sedangkan perlakuan dengan merendam bibit menggunakan ekstrak kasar jagung yang memiliki bobot mutlak tertinggi didapatkan pada perlakuan B (123.63  $\pm$  6,55 g). Lama waktu perendaman *C. racemosa* dalam media ekstrak kasar jagung berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap pertumbuhan bobot mutlak. Perlakuan B menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan C dan D tidak memberikan perbedaan nyata. Pengaruh perendaman ekstrak kasar jagung pada pertumbuhan *C. racemosa* diduga karena *C. racemosa* dapat menyerap hormon yang terdapat pada ekstrak

jagung dengan baik. *Caulerpa racemosa* pada saat perendaman diduga mempunyai kemampuan menyerap nutrisi yang sama seperti halnya *C. racemosa* yang tumbuh menempel pada substrat. Penyerapan nutrisi melalui rhizoid dari air mempunyai proses yang serupa dengan penyerapan nutrisi dari sedimen (Yuniarsih *et al.*, 2014). Penghambatan pertumbuhan dipengaruhi oleh hormon endogen yang ada dalam tanaman tersebut. Penghambatan bisa terjadi akibat jumlah auksin yang terlalu banyak atau terlalu lama (perendaman). Hasil perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan C dan D. Hal ini diduga karena IAA endogen pada tanaman sudah optimal untuk merangsang pembelahan dan pemanjangan sel, sehingga

penambahan konsentrasi (dalam hal ini dapat juga diakibatkan oleh lama perendaman), akan menghambat pemanjangan sel. Menurut Salisbury (1995) dan Davies (1995), auksin memacu pertumbuhan pada konsentrasi yang sangat rendah ( $10^{-9}$ – $10^{-10}$ ) dan akan menjadi penghambat pada konsentrasi yang lebih tinggi. Wilkins (1989) menyatakan bahwa auksin meningkatkan pertumbuhan sampai dengan konsentrasi yang optimal. Sebaliknya, jika konsentrasi yang diberikan lebih tinggi daripada konsentrasi optimal, maka akan mengganggu metabolisme dan perkembangan tumbuhan.

Jagung mengandung asam amino, karbohidrat, protein, dan zat pengatur tumbuh berupa giberelin, auksin, dan sitokinin (Damiska *et al.*, 2015). Giberelin pada ekstrak jagung dapat memberikan pengaruh yang baik untuk pertumbuhan (Rinaldi *et al.*, 2019). Auksin dan giberelin bekerja sama akan memacu perkembangan jaringan pembuluh dan mendorong pembelahan sel pada kambium pembuluh sehingga mendukung pembesaran diameter thallus (Basmal, 2009). Auksin sendiri berperan dalam pembentukan akar (Sedayu *et al.*, 2013) sedangkan sitokinin berperan dalam meningkatkan jumlah dan ukuran benih/buah (Rachman *et al.*, 2017). Perlakuan B menunjukkan nilai yang berbeda nyata dengan perlakuan A, dimana perlakuan B memiliki nilai tertinggi yaitu ( $123,63 \pm 6,55$  g), sedangkan perlakuan A memiliki nilai  $106,69 \pm 9,18$  g. Perlakuan C dan D memiliki nilai bobot mutlak yang tidak berbeda nyata, nilai yang didapat yaitu ( $81,25 \pm 27,03$  g) dan ( $54,40 \pm 26,34$  g). *Caulerpa racemosa* yang direndam lebih dari 30 menit mengalami penurunan bobot. Hal ini dikarenakan *C. racemosa* memiliki waktu tersendiri untuk menyerap zat pengatur tumbuh yang ada pada media. Tanaman mampu menyerap zat pengatur tumbuh (ZPT) melalui semua permukaan sel tanaman. Adanya penyerapan tersebut menyebabkan kompetensi sel atau jaringan untuk tumbuh dan berkembang (Tambunan *et al.*, 2018). Perlakuan C dan D menunjukkan penurunan bobot hal ini disebabkan karena waktu perendaman yang terlalu lama mengakibatkan ZPT yang terserap

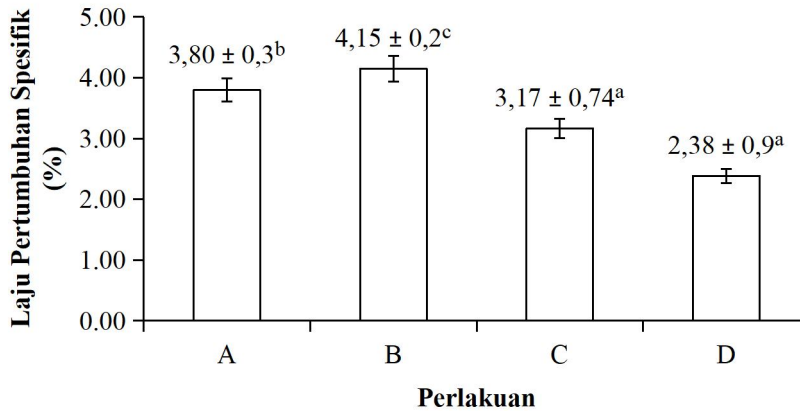
semakin banyak. Adelina (2009), menyatakan perendaman zat tertentu untuk memacu pertumbuhan bibit tanaman yang terlalu lama dapat mengakibatkan kemampuan memanjang sel melalui mekanisme seluler menurun. Selain itu, ZPT yang berlebih akan mengakibatkan terganggunya reaksi enzimatik dalam sel (Pamungkas & Puspitasari, 2018). Namun, waktu perendaman ZPT yang terlalu sedikit dapat menyebabkan penyerapan ZPT dan zat hara yang masuk ke dalam thallus kurang maksimal (Wibawa *et al.*, 2013).

Faktor yang dapat memengaruhi pertumbuhan *C. racemosa* selain adanya zat pengatur tumbuh alami adalah faktor lingkungan. Salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan bobot *C. racemosa* adalah ketersediaan cahaya matahari yang cukup. Meningkatnya pertumbuhan rumput laut dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi. Pemberian nutrisi dan cahaya menyebabkan pertumbuhan rumput laut yang signifikan (Sitorus *et al.*, 2020). Bibit *C. racemosa* memiliki bobot 50 g dan pada akhir pemeliharaan memiliki kisaran bobot mutlak terendah ( $54,40 \pm 26,34$  g) dan tertinggi ( $123,63 \pm 6,55$  g).

Hasil pertumbuhan bobot yang diperoleh dari penelitian ini tergolong rendah apabila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Perendaman rumput laut pada air kelapa 25% yang telah dilakukan oleh Megawati *et al.* (2013) menghasilkan bobot dengan rata-rata sebesar 173,5 g dari bobot awal 25 g. Menurut Khair *et al.* (2013), air kelapa dan ekstrak bawang merah keduanya mengandung hormon auksin yang berfungsi untuk membentuk tunas dan akar. Menurut Ariyanti *et al.* (2020), ZPT mampu merangsang pertumbuhan apabila digunakan dengan konsentrasi yang tepat, namun semakin meningkatnya konsentrasi yang diberikan justru menghambat pertumbuhan.

### Laju Pertumbuhan Spesifik

Nilai laju pertumbuhan spesifik yang telah dihitung diperoleh data yang tersaji dalam Gambar 2.



Gambar 2. Laju pertumbuhan spesifik *Caulerpa racemosa* dengan perlakuan waktu perendaman berbeda menggunakan ZPT berbahan dasar jagung

Figure 2. Specific growth rate of *Caulerpa racemosa* treated with post different soaking times using corn- based PGR

Dari Gambar 2 terlihat bahwa laju pertumbuhan spesifik *C. racemosa* tertinggi adalah pada perlakuan B dengan lama waktu perendaman selama 30 menit yaitu sebesar  $4,15 \pm 0,21\%$  per hari. Sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan D yaitu sebesar  $2,38 \pm 0,87\%$  per hari. Perlakuan A (kontrol) menunjukkan nilai laju pertumbuhan spesifik yaitu sebesar  $3,80 + 0,3\%$  per hari, dimana nilai tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan perlakuan C dan D. Tanpa adanya perendaman pada perlakuan A, menunjukkan bahwa *C. racemosa* dapat tumbuh secara alami dengan nutrisi yang dimilikinya. Namun, dengan lama waktu perendaman yang tepat dapat membuat pertumbuhan *C. racemosa* lebih optimal (perlakuan B). Setiap tanaman memiliki waktu dan dosis tersendiri untuk menyerap nutrisi secara optimal. Proses lama perendaman harus disesuaikan dengan kandungan konsentrasi larutan yang digunakan agar proses penyerapan larutan berlangsung dengan baik. Waktu perendaman yang lebih lama menyebabkan pertumbuhan *C. racemosa* lebih rendah (perlakuan C dan D). Nilai laju pertumbuhan spesifik dipengaruhi proses perendaman dengan ekstrak kasar jagung. Menurut Akbar *et al.* (2016), pemberian dosis dan lama waktu perendaman yang tepat maka nilai laju pertumbuhan akan menjadi

optimal. Penggunaan ZPT dapat merangsang pertumbuhan apabila diaplikasikan dengan konsentrasi yang tepat (Ariyanti *et al.*, 2020).

Hasil laju pertumbuhan spesifik pada perlakuan C dan D memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan masing-masing nilai yaitu  $3,17 \pm 0,74\%$  per hari dan  $2,38 \pm 0,87\%$  per hari. Hasil antara perlakuan C dan D yang tidak berbeda nyata dapat disebabkan karena perbedaan waktu perendaman yang sedikit. Zat pengatur tumbuh (giberelin, auksin, dan sitokinin) yang ada dalam ekstrak jagung bekerja secara optimal pada rentang waktu perendaman 30 menit. Pada waktu lebih dari itu ZPT pada ekstrak kasar jagung tidak bekerja optimal sehingga menyebabkan penurunan pertumbuhan. Menurut Sari *et al.* (2018), perendaman yang terlalu lama dapat menyebabkan kerusakan pada bagian luar thallus. Respons setiap tanaman terhadap konsentrasi hormon yang diberikan berbeda.

Lama perendaman pada perlakuan B merupakan perlakuan terbaik dan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan, sedangkan perlakuan A lebih baik dibanding perlakuan C dan D (yang tidak berbeda nyata). Perbedaan waktu perlakuan antara B dengan C dan D hanya berbeda 10 menit tetapi dapat memberikan



efek yang berbeda. Hal ini diduga karena proses absorpsi hormon yang masuk ke dalam sel sudah mencapai keadaan yang seimbang (jumlah hormon eksogen dan endogen sama), sehingga penambahan waktu perendaman tidak dapat meningkatkan jumlah hormon ke dalam tumbuhan. Hormon yang terlalu tinggi akan mengganggu metabolisme sel, akibatnya akan menghambat proses pertumbuhan tanaman. Menurut Campbell *et al.* (2002), sel tumbuhan akan mengalami pembengkakan jika air atau cairan masuk secara osmosis, namun jika konsentrasi cairan di sekitar sel tumbuhan isotonis maka air tidak akan masuk kembali ke dalam sel.

Laju pertumbuhan spesifik juga dipengaruhi oleh beberapa faktor. Salah satunya faktor fisika air seperti cahaya yang didapatkan selama waktu pemeliharaan. Pemeliharaan di ruang terbuka akan lebih intens mendapatkan cahaya matahari dibandingkan dengan intensitas cahaya yang didapatkan di ruang tertutup. Sunaryo *et al.* (2015), menyatakan *C. racemosa* sangat memerlukan cahaya di dalam proses fotosintesis yang dapat memengaruhi pertumbuhannya. Alamsjah *et*

*al.* (2010), menyatakan bahwa cahaya memiliki peran penting dalam proses fotosintesis suatu tanaman. Nilai laju pertumbuhan spesifik yang diperoleh dengan melakukan perendaman *C. racemosa* dalam ekstrak kasar jagung dengan lama waktu yang berbeda dengan rentang nilai  $2,38 \pm 0,87\%$  per hari sampai  $4,15 \pm 0,21\%$  per hari tergolong baik. Hasil tersebut setara dengan penelitian yang dilakukan Kurniawan *et al.* (2020), dengan melakukan perendaman rumput laut menggunakan ekstrak daun ketapang setiap 2 minggu sekali memberikan nilai laju pertumbuhan harian sebesar 4,00% per hari. Nilai laju pertumbuhan spesifik yang baik diperoleh karena perendaman *C. racemosa* dengan ekstrak kasar jagung berpengaruh terhadap pertumbuhan *C. racemosa* karena dosis dan waktu perendaman yang tepat. Selain itu, kondisi lingkungan selama pemeliharaan sesuai dengan habitat *C. racemosa* di alam.

### Kualitas Air

Hasil kualitas air yang diperoleh selama 30 hari masa pemeliharaan *C. racemosa* tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Rentang parameter kualitas air media *Caulerpa racemosa* selama penelitian dengan waktu perendaman yang berbeda menggunakan ZPT berbahan dasar jagung

Table 2. Range of water quality parameters of *Caulerpa racemosa* media during the experiment using different soaking times of corn-based PGR

Parameter kualitas air <i>Water quality parameter</i>	Nilai kisaran <i>Range</i>	Kisaran pustaka <i>References range</i>	Pustaka <i>References</i>
Oksigen terlarut (mg L <sup>-1</sup> )	5,83-5,3	>3,5	Sunaryo <i>et al.</i> (2015)
Salinitas (ppt)	30-32	25-33	Hui <i>et al.</i> (2015)
Suhu (°C)	26-28	26-30	Gao <i>et al.</i> (2018)
pH	7,5-8	6,5-9	Sunaryo <i>et al.</i> (2015)

Hasil pengukuran suhu didapatkan nilai 26-28°C yang tergolong optimal untuk mendukung pertumbuhan *C. racemosa*. Menurut Gao *et al.* (2018), suhu optimal untuk pertumbuhan *C. racemosa* adalah 26-30°C. Hal ini dikarenakan pada suhu tersebut *C. racemosa* akan membentuk pertumbuhan stolon baru.

Nilai salinitas yang didapatkan selama masa pemeliharaan adalah sebesar 30-32 ppt. Rentang salinitas yang sesuai untuk pertumbuhan *Caulerpa* sp. adalah 25-30 ppt (Hui *et al.*, 2015; Bambaranda *et al.*, 2019), tingkat pertumbuhan yang relatif tinggi berada pada rentang salinitas 29-37 ppt (Rabia, 2016) dan tidak

akan mengalami pertumbuhan jika salinitas di bawah salinitas 25 ppt (Mosquera *et al.*, 2016; Rabia, 2016).

Peningkatan dan penurunan salinitas yang sangat fluktuatif akan menyebabkan pertumbuhan yang lambat pada makroalga (Mosquera *et al.*, 2016). Hasil pengukuran pada kolam pemeliharaan menunjukkan rata-rata nilai oksigen terlarut yang didapat yaitu 5,3-5,83 mg L<sup>-1</sup>. Nilai tersebut sesuai dengan pendapat Sunaryo *et al.* (2015) bahwa nilai oksigen terlarut pada budidaya *Caulerpa* sp. sebaiknya lebih dari 3,5 mg L<sup>-1</sup>. pH yang terukur selama penelitian yaitu 7-8, dimana kisaran tersebut masih sesuai untuk pertumbuhan *C. racemosa*. Illustrisimo *et al.* (2013) menyatakan bahwa pada pH 7-8,3 pertumbuhan *Caulerpa* sp. mengalami peningkatan. Susilowati *et al.* (2012) mengatakan bahwa perairan basa (7-9) merupakan perairan yang produktif dan berperan mendorong proses perubahan bahan organik dalam air menjadi mineral-mineral yang dapat diasimilasi oleh fitoplankton.

## KESIMPULAN

Perendaman rumput laut jenis *C. racemosa* menggunakan ekstrak kasar jagung berpengaruh terhadap morfologi dan pertumbuhannya. *Caulerpa racemosa* yang direndam dalam ekstrak jagung selama 30 menit memiliki ukuran ramuli dan thallus yang lebih besar serta memiliki pertumbuhan yang lebih optimal (123,63 ± 6,55 g) dan laju pertumbuhan spesifik tertinggi yaitu sebesar 4,15 ± 0,21% per hari. Penelitian lebih lanjut dengan menggunakan ekstrak murni serta pengecekan hormon yang terkandung dalam bahan alam dapat dilakukan untuk pengembangan pemanfaatan bahan alam sebagai zat pengatur tumbuh alami bagi rumput laut.

## DAFTAR ACUAN

Adelina, E. (2009). Pemotongan dan pemberian auksin pada kecambah kakao. *Jurnal Agro-land*, 11(3), 255-260.

Aisa, A.T., Suardi, & Patahiruddin. (2020). Analisis laju pertumbuhan rumput laut (*Gracilaria* sp.) hasil perendaman air kelapa (*Cocos nucifera*). *Fisheries of Wallacea Journal*, 1(1), 1-6.

Akbar, B.A., Cokrowati, N., Ghazali, M., Sunarpi, & Nikmatullah, A. (2016). Pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii* dengan penambahan ekstrak *Sargassum aquifolium*. *Jurnal Kelautan*, 9(1), 62-72.

Alamsjah, M.A., Tjahjaningsih, W., & Pratiwi, A.W. (2010). Pengaruh kombinasi pupuk NPK dan TSP terhadap pertumbuhan, kadar air dan klorofil a *Gracilaria verrucosa*. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 1(1), 103-116.

Bambaranda, B.V.A.S.M., Sasaki, N., Chirapart, A., Salin, K.R., & Tsusaka, T.W. (2019). Optimization of macroalgal density and salinity for nutrient removal by *Caulerpa lentillifera* from aquaculture effluent. *Processes*, 7(303), 2-16.

Basmal, J. (2009). Prospek pemanfaatan rumput Laut sebagai bahan pupuk organik. *Squalen*, 4(1), 1-8.

Campbell, N.A., Reece, J.B., & Mitchell, L.G. (2002). *Biologi*. Jakarta: Erlangga.

Cokrowati, N., & Diniarti, N. (2019). Komponen *Sargassum aquifolium* sebagai hormon pemicu tumbuh untuk *Eucheuma cottoni*. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(2), 316-321.

Damiska, S., Wulandari, R.S.C., & Darwati, H. (2015). Penambahan ragi dan ekstrak jagung terhadap pertumbuhan tunas manggis secara *in vitro*. *Jurnal Hutan Lestari*, 3(1), 35-42.

Dascaliuc. (2002). *Hormones and Synthetic Plant Growth Regulators in Agriculture*. Moldova: Institute of Genetics and Plant Physiology, Academy of Sciences of Moldova.

Davies, P. J. (1995). *Plant Hormones*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Estrada, J. L., Bautista, N.S., Maribel, L., & Sese, D. (2020). Morphological variation of two common sea grapes (*Caulerpa lentillifera* and *Caulerpa racemosa*) from selected regions in the Philippines. *Biodiversitas*, 21(5), 1823-1832.

Febriyanti, N. L.P., Defiani, M.R., & Astarini, I.A. (2017). Induksi pertumbuhan tunas dari eksplan anggrek *Dendrobium heterocarpum*

- dengan pemberian hormon zeatin dan NAA. *Journal of Biological Sciences*, 4(1), 41-47.
- Gao, X., Choi, H.G., Park, S.K., Sun, Z.M., & Nam, K.W. (2018). Assessment of optimal growth conditions for cultivation of the edible *Caulerpa okamurae* (Caulerpales, Chlorophyta) from Korea. *Journal of Applied Phycology*, 31, 1855–1862
- Hui, G., Yao, J., Sun, Z., & Duan, D. (2014). Effect of salinity and nutrients on the growth and chlorophyll fluorescence of *Caulerpa lentillifera*. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 33(2), 410-418.
- Hapsari, R.T., Salma, S., Widajati, E., & Sari, M. (2016). Peranan *Methylobacterium* spp. dalam meningkatkan dan mempertahankan vigor benih kedelai. *Iptek Tanaman Pangan*, 11(1), 57-66.
- Harwanto, D., Saputro, P., Susilowati, T., Haditomo, A.H.C., & Windarto, S. (2020). Effect of different N:P ratios application on the cultivation media for the growth and fiber content of *Caulerpa racemosa* reared in tarpaulin ponds. *AAFL Bioflux*, 13(5), 3117-3125.
- Hidayanto, M., Nurjanah, S., & Yossita, F. (2003). Pengaruh panjang stek akar dan konsentrasi natrium nitrofenol terhadap pertumbuhan stek akar sukun (*Artrocarpus communis* F.). *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 6(2), 154-160.
- Illustrisimo, C. A., Palmitos, I.C., & Senagan, R.G. (2013). Growth performance of *Caulerpa lentillifera* (lato) in lowered seawater pH. Cebu: Philippine Science High School-Central Visayas Campus.
- Irwanto. (2003). *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Kurniawan, P.M., Kreckhoff, R.L., Ngangi, E.L.A., & Wagey, B.T. (2020). Pertumbuhan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty) yang diredam dalam ekstrak daun ketapang *Terminalia catappa* L. dengan frekuensi berbeda. *Budidaya Perairan*, 8(2), 1-13.
- Ma'ruf, W.F., Ibrahim, R., Dewi, E.N., Susanto, E., & Amalia, U. (2013). Profil rumput laut *Caulerpa racemosa* dan *Gracilaria verrucosa* sebagai edible food. *Jurnal Saintek Perikanan*, 9(1), 68-74.
- Megawati, Rohyadi, A., & Lumbessy, S.Y. (2013). Pengaruh jenis dan konsentrasi air kelapa sebagai perendam bibit terhadap pertumbuhan rumput laut *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Perikanan Unram*, 3: 33-39.
- Mulyaningrum, S.R.H., Parenrengi, A., Risjani, Y., & Nursyam, H. (2013). Formulasi auksin (*indole acetic acid*) dan sitokinin (kinetin, zeatin) untuk morfogenesis serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan, sintasan dan laju regenerasi kalus rumput laut, *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 8(1), 31-41.
- Mosquera, M.Z., & Salamanca, E.J.P. (2016). Effect of salinity on growth of the green alga *Caulerpa sertularioides* (Bryopsidales, Chlorophyta) under laboratory conditions. *Hidrobiologica*, 26(2), 277-282.
- Pamungkas, F.T., Damanti, S., & Raharjo, B. (2009). Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman dalam supernatan kultur *Bacillus* sp. 2 DUCC-BR-K1.3 terhadap pertumbuhan stek horisontal batang jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *Jurnal Sains & Matematika*, 17(3), 131-140.
- Pandey, G., Nautiyal, M.K., Chauhan, P., & Kandpal, G. (2017). Assessment of appropriate dosage of gibberellic acid (GA3) for better seed yield of a promising hybrid rice variety. *International Journal of Chemical Studies*, 5(4), 1603-1607.
- Rabia, M.D. (2016). Cultivation of *Caulerpa lentillifera* using tray and sowing methods in brackishwater pond. *Environmental Sciences*, 4(1), 23-29.
- Rachman, S.D., Mukhtari, Z., & Soedjanaatmadja, R.U.M.S. (2017). Alga merah (*Gracilaria coronopifolia*) sebagai sumber fitohormon sitokinin yang potensial. *Chimica et Natura Acta*, 5(3), 124-131.
- Rinaldi, A., Ambar, A.A., Nurilmi, Harsani, & Rahim, I. (2019). Pertumbuhan dan Produksi Tomat yang Diberi Hormon Tumbuh Alami

- Ekstrak Jagung dan Ekstrak Bawang Merah. In *Prosiding Seminar Nasional: Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi* (pp. 283-287).
- Salisbury, F.B., & Ross, C.W. (1995). *Fisiologi Tumbuhan Jilid 3*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Sari, R.P., Melsandi, M., Fransiska, N., & Fauzi, A. (2018). Hormon Auksin dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Cabai Rawit (*Capsicum annum*). In *Prosiding Seminar Nasional IV* (pp. 155-162).
- Sitorus, E.R., Santosa, G.W., & Pramesti, R. (2020). Pengaruh rendahnya intensitas cahaya terhadap *Caulerpa racemosa* (Forsskal) 1873 (*Ulvophyceae Caulerpapeceae*). *Journal of Marine Research*, 9(1), 13-17.
- Sunaryo, Ario, R., & Fachrul AS, M. (2015). Studi tentang perbedaan metode budidaya terhadap pertumbuhan rumput laut *Caulerpa*. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(1), 13–19.
- Sedayu, B.B., Basmal, J., & Utomo, B.S. (2013). Identifikasi hormon pemacu tumbuh ekstrak cairan (SAP) *Eucheuma cottonii*. *JPB Kelautan dan Perikanan*, 8(1), 1-8.
- Sukmadi, R.B. (2013). Aktivitas fitohormon *indole-3-acetic acid* (IAA) dari beberapa isolat bakteri rizosfer dan endofit. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 14(3), 221-227.
- Sundahri, Tyas, H.N., & Setiyono. (2016). Efektivitas pemberian giberelin terhadap pertumbuhan dan produksi tomat. *Agritrop Jurnal Ilmu Ilmu Pertanian*. 14(1), 43-47.
- Setiaji, K., Santosa, G.W., & Sunaryo. (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.
- Susilowati, T., Rejeki, S., Dewi, E.N., & Zulfitriani. (2012). Pengaruh kedalaman terhadap pertumbuhan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) yang dibudidayakan dengan metode *longline* di Pantai Mlonggo, Kabupaten Jepara. *Jurnal Saintek Perikanan*, 8(1), 8-12.
- Suryawan, T.A., Rusmarini, U.K., & Umami, A. (2018). Pengaruh macam limbah dan sumber auksin alami terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kubis (*Brassica oleraceae*). *Jurnal Agromast*, 3(2), 1-13.
- Tambunan, S.B., Sebayang, N.S., & Pratama, W.A. (2018). Keberhasilan pertumbuhan stek jambu madu (*Syzygium equaeum*) dengan pemberian zat pengatur tumbuh kimia dan zat pengatur tumbuh alami bawang merah (*Allium cepa* L.). *JURNAL Biotik*, 6(1), 45-52.
- Tanimoto, E. (2007). Regulation of root growth by plant hormones – Roles for auxin and gibberellin. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24(4).
- Wang, Y.H., & Irving, H.R. (2011). Developing a Model of plant hormone interactions. *Plant Signaling & Behavior*, 6(4), 494-500.
- Wibawa, B.S., Ujjianto, L., & Lumbessy, S.Y. (2013). Pengaruh jenis dan lama perendaman bibit dengan menggunakan air kelapa (*Cocos nucifera*) terhadap laju pertumbuhan rumput laut *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Perikanan Unram*, 1(2), 52-59.
- Wilkins, M.B. (1989). *Fisiologi Tanaman*. Jakarta: Bina Aksara.
- Windarto, S., Prastiwahyudi, A.H., Susilowati, T., Haditomo, A.H.C., & Harwanto, D. (2021). Effect of different substrates on growth and protein content of *Caulerpa racemosa*. *Journal of Hunan University Natural Sciences*, 48(7).
- Yuniarsih, E., Nirmala, K., & Radiarta, N. (2014). Tingkat penyerapan nitrogen dan fosfor pada budidaya rumput laut berbasis *Imta* (*integrated multi trophic aquaculture*) di Teluk Gerupuk, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9(3), 487-50.