

IV HASIL PEMBAHASAN

4.1 Pengukuran Kualitas Perairan

Kondisi kualitas air sangat mempengaruhi pertumbuhan dan kualitas hewan serta tumbuhan air, Karena tumbuhan air memerlukan kondisi kualitas air yang optimal, terutama dalam hal cahaya, cahaya sangat penting untuk proses fotosintesis pada tanaman air seperti yang dijelaskan oleh Valentine *et al.* (2021). Pertumbuhan anggur laut di berbagai lokasi dengan kondisi lingkungan yang berbeda dapat menghasilkan hasil yang bervariasi.

Pengukuran kualitas air dilakukan setiap 5 hari, meliputi pH, suhu, dan salinitas. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa Suhu di bak percobaan berkisar sekitar 29,5°C, yang cukup mendukung kelangsungan hidup organisme di bak terkontrol tempat uji penelitian berlangsung. Menurut Ramadhanti *et al.* (2023), Temperatur yang ideal untuk mendukung kelangsungan hidup organisme laut adalah antara 28 hingga 30°C. Suhu merupakan faktor lingkungan yang sangat mempengaruhi perkembangan organisme, termasuk proses metabolisme. Suhu yang terlalu tinggi dapat memperlambat pertumbuhan akibat penurunan aktivitas enzim dan menyebabkan pemutihan thallus pada anggur laut. (Yudasmara 2014).

Penelitian sebelumnya oleh Septiyaningrum *et al.* (2020) mengidentifikasi jenis anggur laut *Caulerpa* sp di Sepang, Kota Bengkulu, dengan suhu rata-rata berkisar antara 30 hingga 31°C. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ismail dan Pratiwi (2002), yang menyebutkan bahwa suhu yang ideal untuk anggur laut berada dalam rentang 20 sampai 30°C, meskipun jenis ini masih bisa hidup pada temperatur hingga 33°C. Temperatur lingkungan memainkan Peran penting dalam proses fotosintesis terletak pada intensitas cahaya matahari dan kondisi suhu. Semakin tinggi intensitas cahaya matahari dan semakin optimal kondisi suhu, maka proses fotosintesis akan semakin efisien dan sistematis.

Unsur pH adalah ukuran derajat keasaman atau kebasaan dalam suatu larutan. pH air sangat terkait dengan kadar CO₂ dan berperan penting dalam proses fotosintesis. Menurut Rendiansyah et al. (2024), pH yang tinggi dalam air dapat mengurangi kadar CO₂, dan perubahan pH di perairan bergantung pada tingkat CO₂ yang terlarut. Jika kadar CO₂ menurun, proses fotosintesis rumput laut akan terganggu, yang pada gilirannya dapat berdampak negatif pada pertumbuhan anggur laut.

Kandungan pH yang tinggi disebabkan oleh kadar ion hidrogen yang relatif rendah. Annisa et al. (2020) menjelaskan bahwa nilai pH bergantung pada konsentrasi ion hidrogen, di mana semakin tinggi pH, jumlah ion hidrogen menurun. Konsentrasi pH memiliki korelasi negatif dengan laju fotosintesis; laju fotosintesis meningkat seiring dengan penurunan pH. Namun, peningkatan pH di atas 8,5 dapat memengaruhi proses epigenetik (Borlongan et al 2016).

Nilai pH di perairan ini termasuk normal dengan nilai rata-rata 8,3 hal ini masih bisa ditoleran oleh rumput laut sesuai dengan pernyataan pH normal suatu perairan biasanya berkisar antara 8.0 hingga 8.3, sedangkan pH yang cocok bagi pertumbuhan rumput laut yaitu 6 – 9 (Fauziah 2017). menurut pernyataan Safitri dan Rachmadiarti (2023), Nilai pH pada perairan sangat penting untuk pertumbuhan *Caulerpa racemosa*. Jika pH perairan berada di bawah 6.5, dengan tingkat keasaman yang tinggi, atau di atas 9, hal ini dapat menyebabkan kematian pada *C. racemosa*.

Kandungan pH dalam penelitian ini tidak jauh berbeda dari temuan yang dilaporkan dalam penelitian sebelumnya oleh Syahputro et al. (2024), Dalam penelitian ini, pH yang ditemukan melebihi titik pH tertinggi yang dilaporkan oleh Valentine et al. (2021), yang menunjukkan kisaran pH optimal antara 6,5 hingga 8,0. Sebagai perbandingan, pH rata-rata di kolam budidaya berkisar antara 7,9 hingga 9,7, sementara pH di perairan mencapai kisaran 9,0 hingga 10,3.

Tabel 1 Data Kualitas Air pada Bak Terkontrol.

Parameter	Hari ke 5	Hari ke 10	Hari ke 15	Hari ke 20
Suhu (C)	28.5	29	30	30.5

Salinitas (ppt)	31	33	30	31
pH	8.35	8.74	8.71	8.32

Data kualitas air yang diperoleh selama penelitian anggur laut *Caulerpa racemosa* menunjukkan bahwa nilai salinitas berkisar antara 31,25 ppt dan rata-rata pH adalah 8,6. Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa kondisi suhu tersebut masih layak untuk pertumbuhan *Caulerpa racemosa*. Menurut Burhanuddin (2014), suhu air yang mendukung kehidupan *Caulerpa racemosa* berkisar antara 25 hingga 31°C.

Pengukuran pH dan salinitas dilakukan menggunakan alat pH meter dan refraktometer. Selama penelitian Salinitas yang diukur berkisar pada 30,5 ppt. Kisaran salinitas ini masih berada dalam batas toleransi yang ditentukan. Perryman *et al.* (2017), menyatakan bahwa kestabilan kondisi perairan sangat dibutuhkan untuk kelangsungan hidup tumbuhan termasuk rumput laut. kualitas air yang optimal juga dibutuhkan agar metabolisme tumbuhan dapat terjadi dengan baik (Haser *et al.*, 2018) serta sebagai faktor utama dalam pertumbuhannya. oleh karena itu kondisi lingkungan yang optimal harus selalu dijaga selama pemeliharaan supaya metabolisme tumbuhan dapat terus meningkat.

Menurut Guo *et al.* (2014), *Caulerpa racemosa* dapat bertahan hidup pada salinitas antara 20 hingga 50 ppt, namun pertumbuhan optimal hanya terjadi pada salinitas antara 20 hingga 45 ppt. Penelitian sebelumnya oleh Rifkiyatul *et al.* (2020) menunjukkan salinitas yang cukup tinggi, menggunakan metode tebar dasar di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP), di mana pengukuran salinitas menggunakan refraktometer menunjukkan nilai berkisar antara 39–40 ppt. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian di bak terkontrol, yang mendapat salinitas hanya sekitar 30,5 ppt.

4.2 Pertumbuhan Mutlak

Hasil pengukuran pertumbuhan mutlak yang didapatkan rumput laut *C. racemosa* dengan penambahan pupuk cair organik, selama 20 hari pemeliharaan dengan berat awal bibit dan wadah dengan berat total 400 g. berat akhir dari *C. racemosa* penimbangan dengan timbangan analitik pada jarak A sebesar 613,33 g hasil dari jarak B cenderung lebih berat daripada perlakuan A

dengan rata rata bobot akhir berkisar 640,00 g, dan perlakuan C memperoleh bobot akhir tertinggi dengan rata rata bobot 715,00 g.

Perbedaan bobot juga dapat dipengaruhi juga dari intensitas cahaya yang diterima. paparan sinar cahaya matahari adalah faktor kunci dalam pertumbuhan rumput laut. Menurut Rosnawati *et al.* (2022), cahaya memengaruhi pertumbuhan tanaman melalui sistem disebut juga sebagai fitokrom. Fitokrom terdapat kandungan kromofor dan protein, kromofor merupakan bagian yang peka terhadap penerimaan cahaya matahari. Cahaya matahari, bersama dengan arus atau gelombang, memainkan peran penting dalam proses fotosintesis anggur laut yang mendukung pertumbuhannya. Selain itu, jarak tanam juga mempengaruhi pergerakan air yang membawa unsur hara, terutama dalam budidaya di lingkungan alam.

Tabel 2. Laju Pertumbuhan Mutlak

Perlakuan	Berat Awal g/Plot (0 Hari)	Bobot Akhir g/Plot (20 Hari)	Pertumbuhan Mutlak (Gr = (Wt - Wo)/T = g Hari)
A = 20 cm	400	613,33	14,22
B = 30 cm	400	640,00	16,00
C = 40 cm	400	715,00	21,00

Berdasarkan Tabel 4. Hasil pengukuran pertumbuhan mutlak rumput laut *Caulerpa racemosa* dengan penambahan pupuk cair organik selama 20 hari pemeliharaan menunjukkan bahwa pertumbuhan mutlak tertinggi terjadi pada perlakuan C, yaitu 21,00 gram. Perlakuan ini diikuti oleh perlakuan B dengan nilai 16,00 gram, dan perlakuan A dengan nilai 14,22 gram. Temuan ini menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam pertumbuhan mutlak anggur laut *Caulerpa racemosa* berdasarkan perlakuan yang diterapkan, dengan bobot akhir yang bervariasi secara signifikan antara masing-masing perlakuan.

Budidaya *Caulerpa racemosa* yang dilakukan secara terintegrasi dengan bak terkontrol menunjukkan efektivitas dalam penggunaan air baik dari segi kuantitas maupun kualitas, serta menghasilkan produk budidaya yang bernilai ekonomis tinggi. Analisis pertumbuhan berdasarkan parameter laju pertumbuhan menunjukkan adanya peningkatan produksi anggur laut yang signifikan dengan penambahan pupuk. Menurut Antara *et al.* (2022), nilai ini mencerminkan batas maksimal penyerapan nitrogen dan fosfat, yang mendukung hasil budidaya yang optimal. Setiap alga

memiliki batas kemampuan untuk menyerap nutrisi, yang diatur melalui mekanisme kompleks termasuk pengaturan enzim untuk konversi nitrogen dan fosfat, serta penyerapan nutrisi hingga batas tertentu.

Tabel 3. Pertumbuhan Mutlak Penelitian Terdahulu

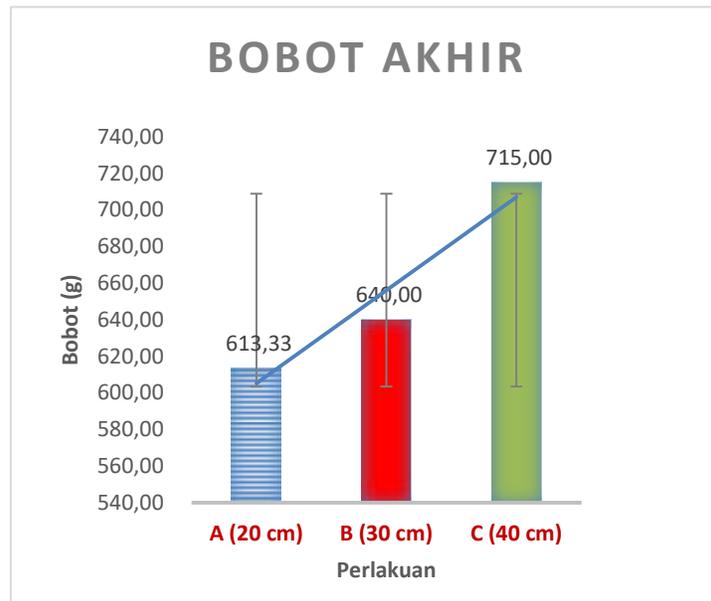
Perlakuan	Berat Awal g/Plot	Bobot Akhir g/Plot (40 Hari)	Pertumbuhan Mutlak (Gr = (Wt - Wo)/T = g Hari)
A = 30 cm	50	250.56	20,10
B = 40 cm	50	191.44	10,41
C = 50 cm	50	181.89	10,32

Berdasarkan Tabel 5, Hasil pengukuran pertumbuhan mutlak anggur laut yang dibudidayakan dengan *metode longline* selama 40 hari di Desa Tanjung Bele, Kec. Moyo Hilir, Kab. Sumbawa, sebagaimana dilaporkan oleh Isnawati *et al.* (2022), menunjukkan hasil tertinggi pada perlakuan A dengan nilai 20,10 gram, diikuti oleh perlakuan B dengan nilai 10,41 gram. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap, yang terdiri dari 3 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan yang diterapkan adalah: A (jarak tanam 30 cm), B (jarak tanam 40 cm), dan C (jarak tanam 50 cm).

Tingginya pertumbuhan mutlak pada perlakuan jarak tanam 30 cm diduga disebabkan oleh faktor-faktor seperti cahaya matahari yang lebih optimal dan arus atau gelombang yang mendukung. Sebaliknya, rendahnya pertumbuhan pada jarak tanam 40 cm dan 50 cm mungkin disebabkan oleh peningkatan kelimpahan fitoplankton seiring dengan bertambahnya jarak tanam. Persaingan antara fitoplankton dan rumput laut dalam hal difusi O₂ dan CO₂ yang diperlukan untuk respirasi dan fotosintesis dapat memengaruhi hasil. Selain itu, persaingan antara individu rumput laut biasanya melibatkan difusi nutrisi dan penangkapan cahaya.

Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan anggur laut pada masing-masing jarak tanam, seperti suhu, kecepatan arus, oksigen terlarut (DO), pH, dan cahaya matahari, dapat bervariasi dan berkontribusi terhadap variasi pertumbuhan. Faktor-faktor alam ini merupakan tantangan dalam budidaya anggur laut di lingkungan alami. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Sapitri (2016), yang

menyebutkan bahwa faktor lingkungan seperti cahaya matahari, nutrisi di perairan, suhu perairan, kecepatan arus, pH perairan, serta kehadiran hama atau penyakit dan ikan besar mempengaruhi pertumbuhan rumput laut. Pengaturan jarak tanam rumput laut dapat mempengaruhi persaingan dalam memperoleh nutrisi dan penyerapan cahaya matahari.



Gambar 1. Grafik pertumbuhan *Caulerpa racemosa* selama 21 hari

Berdasarkan grafik di atas, terlihat dapat disimpulkan bahwa hasil yang sangat baik adalah perlakuan C dengan jarak tanam 40 cm. Jarak tanam memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan anggur laut, karena dapat mempengaruhi optimalitas pertumbuhan dan keuntungan. Jarak antar tanaman berhubungan erat dengan persaingan antar individu anggur laut dalam memperoleh sumber makanan yang diperlukan untuk pertumbuhannya. Menurut Wasposito *et al.* (2022), faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *Caulerpa racemosa* termasuk jarak tanam antar bibit, yang merupakan salah satu faktor teknis penting. Jarak tanam bibit memengaruhi

sirkulasi air yang membawa unsur hara, yang berpengaruh dan berkontribusi pada peningkatan pertumbuhan.

Pertumbuhan yang relatif rendah pada jarak tanam A penyebabnya oleh kurangnya penetrasi cahaya serta persaingan antar individu, karena jarak tanam pada perlakuan A dan B tidak terlalu jauh. Menurut Apriliyanti *et al.* (2021), rumput laut memperoleh sumber nutrisi dan unsur hara pada sekitarnya melalui difusi di dinding thallusnya. Jika rumput laut menerima nutrisi dan unsur hara yang terbatas, pertumbuhannya dapat terhambat.

4.3 Laju Pertumbuhan Spesifik

Berdasarkan Tabel 2, hasil pengukuran di dapatkan laju pertumbuhan spesifik (SGR) dari *Caulerpa racemosa* menunjukkan bahwa jarak A memiliki nilai sebesar 35,58%. jarak B mengikuti dengan nilai 36,45%, sedangkan perlakuan C terdapat nilai tertinggi sebesar 38,14%. yang di dapat selama proses penelitian.

Tabel 4. Laju Pertumbuhan Spesifik

Perlakuan	5 Hari	10 Hari	15 Hari	20 Hari	Pertumbuhan spesifik (%)
A = 20 cm	125.00	150.00	180.00	213.33	35.58
B = 30 cm	138.33	171.67	210.00	240.00	36.45
C = 40 cm	220.00	253.33	281.67	315.00	38.14

Tingginya pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan spesifik pada jarak tanam 40 cm mungkin disebabkan oleh pencahayaan matahari yang cukup. Pencahayaan ini sangat penting karena berkaitan langsung dengan proses fotosintesis pada *Caulerpa racemosa*, yang pada gilirannya mendukung pertumbuhannya. Sebaliknya, pada jarak tanam 20 cm, pertumbuhan cenderung lebih lambat karena persaingan yang ketat antar individu untuk memperoleh unsur hara, akibat jarak yang terlalu dekat. dengan pertumbuhan bobot akhir mencapai 613,33 g pada saat penimbangan sedangkan pada perlakuan jarak 40 cm mencapai 715,00 g dan pada perlakuan 30 cm mencapai 640,00 g.

Kenaikan pertumbuhan anggur laut pada hari pertama penimbangan atau hari ke- 5 mengalami kenaikan yang bervariasi dari 3 pengulangan bobot paling baik di

peroleh pada pengulangan ke -2 dengan jarak tanam 40cm dengan bobot pada penimbangan 670,00 g. dan bobot terendah di dapatkan dari jarak tanam 20 cm dan 30 cm di pengulangan ke- 2 yaitu hanya sebesar 495,00 g,

Pada hari ke- 10 pertumbuhan semakin bervariasi karena bobot pada saat penimbangan berbeda beda dari hasil sebelumnya dari jarak tanam 20 cm dengan bobot paling beratnya 580,00 g pada jarak tanam 30 cm 630,00 g dan 720,00 g pada jarak 40 cm. memasuki hari ke - 15 dan hari ke- 21 pertumbuhan *Caulerpa* sp terlihat mengalami kenaikan cukup stabil dengan bobot akhir pada perlakuan A yang paling baik dengan berat 670,00 g pada B 695.00 g dan C 810,00 g. menurut Sudiarsa *et al* (2021), intensitas cahaya memainkan peran kunci dalam proses fotosintesis, yang esensial untuk pertumbuhan optimal anggur laut. Kedua faktor ini berinteraksi untuk menentukan efisiensi fotosintesis dan penyerapan nutrisi, yang pada akhirnya mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas anggur laut.

Pertumbuhan *C. racemosa* memperoleh hasil tertinggi pada perlakuan C (40 cm) dengan pertumbuham total 315.00 g karena unsur hara yang di perlukan tercukupi sebagai cadangan makanan *C. racemosa* akibat bantuan pupuk organik yang diberikan. pernyataan ini berbeda seperti penelitian (Waspodo *et al* 2022), yang melakukan budidaya di laut bebas karena Pada jarak tanam 50 cm, hasil pertumbuhan tidak optimal karena jarak yang terlalu renggang. Jarak yang lebih luas justru membuat fitoplankton bisa berkembang pesat, yang mengakibatkan kompetisi antar individu anggur laut dan fitoplankton dalam mendapat unsur hara. Persaingan juga menghambat pertumbuhan anggur laut karena fitoplankton menyerap sebagian besar nutrisi yang tersedia.

Bobot anggur laut ini sangat berbeda dengan penelitian yang di lakukan di alam selama 40 hari oleh (Waspodo *et al* 2022), dimana jarak yang paling jauh dibudidayakan dengan metode *longline* (50 cm) justru memperoleh bobot yang rendah yaitu 133.33 gr dari jarak (30 cm) 211.00 gr . hal ini disebabkan pada perlakuan pada metode 50 cm yang terlalu jauh menyebabkan sirkulasi arus yang membawa sumber makanan menjadi kurang efisien dalam mendukung pertumbuhan

anggur laut. Karena jarak yang lebih luas, arus yang membawa unsur hara mungkin lebih sedikit dimanfaatkan oleh anggur laut. Hal ini dapat mengakibatkan bahwa unsur hara dan cadangan makanan yang tersedia lebih banyak digunakan untuk produksi metabolit sekunder.

Jarak tanam merupakan metode yang sangat berpengaruh Menurut Sudjiharno (2001), jarak tanam mempengaruhi aliran air yang membawa unsur hara dan mencegah penumpukan kotoran pada thallus, sehingga membantu menjaga aerasi yang baik. Ini memungkinkan proses fotosintesis yang diperlukan untuk pertumbuhan rumput laut berjalan efektif dan mengurangi fluktuasi salinitas serta suhu air. Afrianto dan Liviawati (1993) menyebutkan bahwa jarak tanam bibit rumput laut masih dianggap ideal jika tidak kurang dari 20 cm. Namun, jarak tanam yang optimal dapat berbeda-beda tergantung pada jenis rumput laut yang dibudidayakan, dengan jarak 28 cm sering dianggap ideal untuk banyak spesies rumput laut.

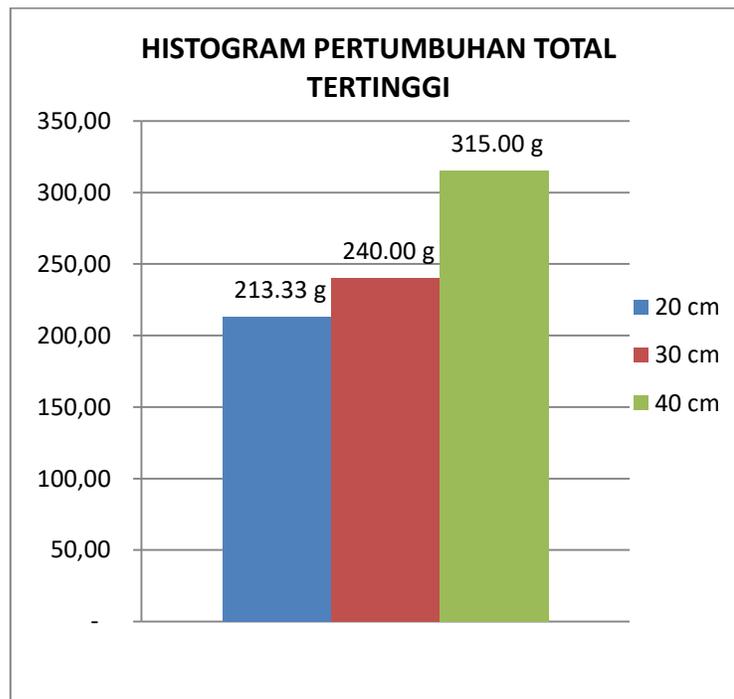
Tabel 5. Pertumbuhan Harian

	Ulangan	Berat Awal	Hari ke-5 (g)	Hari ke-10 (g)	Hari ke-15 (g)	Hari ke-20 (g)
A 20 cm	A1	400	550.00	580.00	625.00	670.00
	A2	400	495.00	515.00	535.00	555.00
	A3	400	530.00	555.00	580.00	615.00
B 30cm	B1	400	600.00	630.00	655.00	695.00
	B2	400	495.00	540.00	575.00	605.00
	B3	400	520.00	545.00	600.00	620.00
C 40 cm	C1	400	665.00	680.00	710.00	715.00
	C2	400	670.00	720.00	765.00	810.00
	C3	400	525.00	560.00	570.00	620.00

Pada penimbangan terakhir pada hari ke-20, hasil rata-rata pertumbuhan harian menunjukkan bahwa perlakuan dengan jarak tanam A (20 cm) mencapai

213,33 g, perlakuan B (30 cm) mencapai 240,00 g, dan perlakuan C (40 cm) mencapai 315,00 g. pada perlakuan C Proses fotosintesis tidak terganggu karena jarak tanam yang lebih luas memungkinkan akses yang lebih baik ke unsur hara. *Caulerpa racemosa* membutuhkan unsur hara untuk menginduksi thallus dan memproduksi metabolit sekunder yang memperkuat thallus, sehingga mengurangi risiko rontok. Menurut Ghazali *et al.* (2022), penggunaan unsur hara untuk proses metabolit sekunder dapat memperlambat pertumbuhan anggur laut jika tidak dikelola dengan baik.

Berdasarkan perlakuan yang telah dilakukan, pertumbuhan mutlak anggur laut terbukti dipengaruhi secara signifikan oleh perbedaan umur panen. Semakin lama umur panen, semakin tinggi pertumbuhan mutlak anggur laut. Hal ini didukung oleh analisis rata-rata pertumbuhan mutlak pada setiap perlakuan. Menurut Firda *et al.* (2022), umur panen dapat mempengaruhi berat mutlak, perubahan warna, tekstur, ukuran, dan bentuk tanaman, serta menentukan waktu panen yang optimal untuk menjaga kualitas. Selain umur panen, faktor-faktor seperti teknik penanaman dan metode budidaya juga berperan penting dalam laju pertumbuhan rumput laut.



Gambar 2. Grafik Pertumbuhan Total Anggur Laut.

Pertumbuhan *C. racemosa* pada jarak tanam yang berbeda di kolam terkontrol tidak dipengaruhi oleh faktor lingkungan alami seperti faktor biotik, termasuk fitoplankton. Di lingkungan alami, Persaingan antara fitoplankton dan rumput laut terjadi dalam hal difusi O₂ dan CO₂ yang diperlukan untuk respirasi dan fotosintesis. Dalam kasus individu *Caulerpa racemosa*, persaingan sering melibatkan aspek-aspek seperti difusi nutrisi, penangkapan cahaya, dan saling menutupi thallus satu sama lain. Menurut Saptono *et al.* (2022), persaingan tersebut membatasi penyerapan CO₂ dan O₂ oleh rumput laut, sehingga hasil fotosintesis juga terbatas, yang berdampak pada rendahnya berat basah anggur laut.

4.4 Analysis of Variance (ANOVA)

Data bobot akhir, pertumbuhan mutlak, dan laju pertumbuhan spesifik dari dianalisis dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Sebelum melakukan uji ANOVA, perlu dilakukan uji pra-ANOVA, seperti yang dijelaskan oleh Hanafiah (1997) dan Setiaji *et al.* (2012) dalam Dahlia *et al.* (2015). Uji pra-ANOVA mencakup uji normalitas, homogenitas, dan aditivitas untuk memastikan bahwa data yang digunakan memenuhi syarat normalitas, homogenitas, dan aditivitas. Uji ANOVA bertujuan untuk mengetahui perbedaan pertumbuhan antara setiap perlakuan serta untuk mengevaluasi pengaruh dari setiap perlakuan terhadap pertumbuhan rumput laut.

Data hasil uji ANOVA disajikan dalam bentuk tabel yang diolah menggunakan Microsoft Excel dan SPSS versi 29.0.2.0. Analisis ini bertujuan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan. Perbedaan pada setiap perlakuan dapat diketahui melalui nilai F_{hitung} dan nilai *P-value* (α). Menurut Setiawan (2019), jika nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ dan nilai $P_{-value} > 0,05$, maka data yang diuji tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara nyata. Sebaliknya, jika nilai $P_{-value} < 0,05$ dan $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka terdapat perbedaan signifikan antara perlakuan. Jika uji ANOVA menunjukkan adanya perbedaan signifikan,

langkah selanjutnya adalah melakukan uji lanjutan untuk menentukan kelompok perlakuan mana yang berbeda secara signifikan.

Tabel 6. Tabel Uji Anova Bobot Akhir

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F(Hitung)</i>	<i>P-value</i>	<i>F (Tabel)</i>
Between Groups	74.09877	2	37.04938	1.706083	0.25	5.143253
Within Groups	130.2963	6	21.71605			
Total	204.3951	8				

Berdasarkan Tabel 8. dapat disimpulkan bahwa uji analisis sidik ragam yang dilakukan secara statistik menggunakan *One-Way* ANOVA pada variabel bobot akhir budidaya *C. racemosa* menunjukkan terdapat perbedaan yang tidak berbeda nyata atau sama. hal ini dikarenakan nilai $F_{hitung} 1.706083 < F_{tabel} 5.143253$ serta nilai *P-value* 0.25 ($>0,05$).

Tabel 7. Hasil Anova Pertumbuhan Mutlak

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F(hitung)</i>	<i>P-value</i>	<i>F (Tabel)</i>
Between Groups	74.09877	2	37.04938	1.706083	0.259051	5.143253
Within Groups	130.2963	6	21.71605			

Total	204.3951	8
-------	----------	---

Berdasarkan Tabel 9. dapat disimpulkan bahwa uji analisis sidik ragam yang dilakukan secara statistik menggunakan *One-Way* ANOVA pada variabel bobot Mutlak budidaya *C. racemosa* menunjukkan terdapat perbedaan yang tidak berbeda nyata atau sama. hal ini dikarenakan nilai $F_{hitung} 1.706083 < F_{tabel} 5.14325$ serta nilai *P-value* 0.25 ($>0,05$). jarak tanam tidak memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan mutlak pada penelitian ini.

Tabel 8. Hasil Uji Anova Pertumbuhan Harian

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F(Hitung)</i>	<i>P-value</i>	<i>F(Tabel)</i>
Between Groups	10.1278	2	5.063902	1.606835	0.27	5.143253
Within Groups	18.90885	6	3.151475			
Total	29.03665	8				

Analisis sidik ragam yang ditampilkan pada Tabel 10 digunakan untuk mengevaluasi parameter laju pertumbuhan harian atau spesifik, dengan tujuan untuk mengidentifikasi pengaruh perlakuan jarak tanam yang berbeda terhadap pertumbuhan spesifik. Analisis sidik ragam yang ditampilkan pada Tabel 10 digunakan untuk mengevaluasi parameter laju pertumbuhan harian atau spesifik, dengan tujuan untuk mengidentifikasi pengaruh perlakuan jarak tanam yang berbeda terhadap pertumbuhan spesifik.. Tabel 10. menampilkan nilai *P-value* sebesar 0,27 ($>0,05$) serta nilai $F_{hitung} 1.606835 < F_{tabel} 5.143253$ nilai *P-value* sebesar 0,27 ($>0,05$). hal ini menggambarkan bahwa jarak tanam yang berbeda tidak memiliki pengaruh

terhadap laju pertumbuhan.

4.5 Kategori Pertumbuhan

Tabel 9. kategori pertumbuhan anggur laut

Perlakuan	Pertumbuhan Harian g/Plot (5 Hari)	Pertumbuhan Relatif (%)	Kategori
A = 20 cm	125.00	1,6 %	Lambat
B = 30 cm	138.33	2,5%	Lambat
C = 40 cm	220.00	8 %	Cepat

Keterangan :

(>3) : cepat/baik

(<3) : lambat

Pertumbuhan Somatik Ini diukur dengan berdasarkan melalui peningkatan berat atau panjang thallus. Pertumbuhan somatik mencerminkan perubahan fisik pada rumput laut, seperti peningkatan ukuran atau massa thallus, yang dapat diukur secara langsung. Pertumbuhan Fisiologis Ini dilihat berdasarkan aspek-aspek internal seperti reproduksi dan kandungan koloid. Pertumbuhan fisiologis mencakup proses biologis dan biokimia yang mendukung kesehatan dan fungsi rumput laut, termasuk produksi metabolit dan kemampuan reproduktif. Laju pertumbuhan *Caulerpa* sp bisa dibilang menguntungkan apabila penambahan berat per hari sekitar 3%. hal ini juga termasuk mengevaluasi kesehatan dan produktivitasnya (Raihani dan Sulistiyawati, 2016).

Hasil kategori pertumbuhan anggur laut hari ke - 5 budidaya *C. racemosa* pada bak terkontrol menghasilkan terdapat perbedaan yang nyata antara pertumbuhan perlakuan A 1,6 % terhadap perlakuan C 8% dan perlakuan B 2,5 %. hasil pertumbuhan spesifik menunjukkan antara perlakuan A dan B maupun sebaliknya tidak terdapat perbedaan yang nyata antara keduanya.

Hasil ini menggambarkan bahwa pada masa awal penelitian berat bibit memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan per-5 hari dengan perlakuan tertinggi yaitu perlakuan 40 cm. Pertumbuhan rumput laut dapat dikategorikan dalam dua jenis: pertumbuhan somatik dan pertumbuhan fisiologis. Pertumbuhan somatik

diukur berdasarkan penambahan berat atau panjang thallus, sementara pertumbuhan fisiologis dievaluasi berdasarkan aspek-aspek seperti reproduksi dan kandungan koloid.

4.6 Penambahan Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair terdapat unsur N.P.K. (Nitrogen, Fosfor, Kalium) memainkan peran penting dalam budidaya rumput laut seperti *Caulerpa racemosa*. Pupuk ini menyediakan nutrisi esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan optimal. Menurut Saharudin *et al.* (2024) Pupuk Urea berisi kandungan 45-46% nitrogen, yang sangat bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman karena nitrogen mendukung proses fotosintesis dan pembentukan protein. Namun, penggunaannya harus hati-hati, terutama dalam budidaya rumput laut di kolam terkontrol. Tingginya Konsentrasi Nitrogen dapat menyebabkan masalah serius seperti perubahan warna thallus menjadi putih, serta melemahnya bagian organ *anggur laut Caulerpa racemosa*

Thallus menjadi halus dan mati, yang mengganggu pertumbuhan dan kualitas rumput laut. Komposisi dan Keseimbangan Pupuk: Dalam kolam terkontrol, penting untuk menjaga keseimbangan komposisi pupuk agar kadar nitrogen tidak terlalu tinggi. Pupuk yang mengandung bahan organik harus sesuai dengan kebutuhan nutrisi rumput laut untuk menghindari dampak negatif seperti kerusakan struktural dan perubahan warna. Penggunaan pupuk yang tepat dan pemantauan konsentrasi nitrogen adalah kunci untuk memastikan pertumbuhan yang sehat dan produktif pada anggur laut.

Dosis pupuk tidak boleh melebihi prosedur yang telah ditentukan karena akan menimbulkan kerusakan pada anggur laut bahkan kematian karena pupuk organik mengandung Nitrogen hal ini sesuai dengan yang dinyatakan (Budiyani *et al* 2012), Menunjukkan peningkatan konsentrasi nitrogen dapat berakibat rumput laut menjadi rapuh, membuat thallusnya mudah patah, yang pada gilirannya menghambat pertumbuhan dan memengaruhi biomassa serta pertumbuhannya secara keseluruhan.

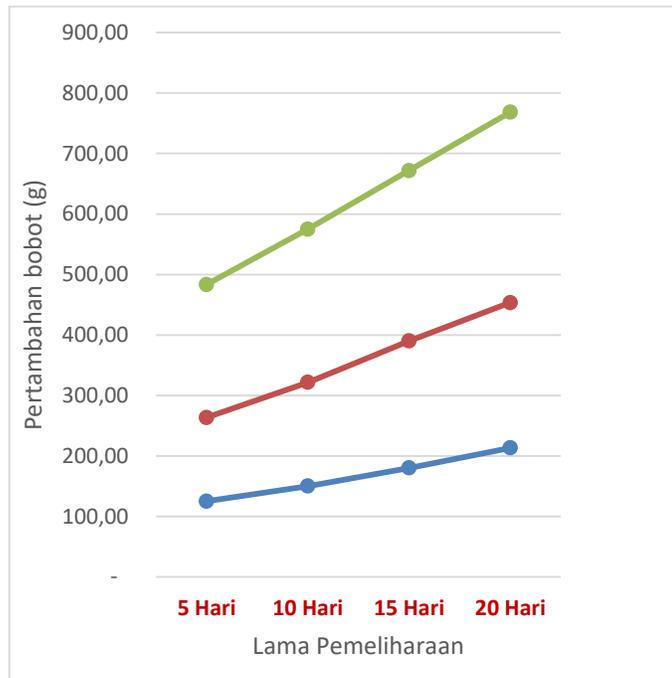
Penambahan pupuk dengan dosis 1 tutup botol sebanyak 30 ml pada saat awal penanaman *C. racemosa* pupuk di campur dengan 10 liter air tawar lalu di tuangkan kepada bak media penanaman *C. racemosa*. pada minggu ke-3 di lakukan kembali penambahan pupuk organik cair sebanyak 20 ml ke dalam 10 liter air. Menurut Astuti *et al.* (2021), kandungan unsur hara untuk tanaman harus memadai dan seimbang sesuai dengan kebutuhan fotosintesis. Hal ini penting agar anggur laut bisa merangsang pertumbuhan talus serta dapat membantu pembentukan jaringan dan tunas baru. penambahan pupuk terbukti membawa pertumbuhan yang optimal dan stabil pada masing masing perlakuan hal ini ditandai dengan pertumbuhan *C. racemosa* yang terus naik.

Pemberian pupuk pada anggur laut juga dapat membantu ketersediaan Kondisi makanan anggur laut ini bertentangan dengan pernyataan Rendiansyah *et al.* (2024), Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa pupuk tidak berfungsi langsung untuk mendukung pertumbuhan rumput laut, melainkan sebagai sumber energi yang membantu rumput laut beradaptasi dengan lingkungan. Ini dapat dilihat dari tidak adanya pertumbuhan rumput laut meskipun rumput laut mengalami kematian secara bertahap dan thallusnya rontok.

Pertumbuhan *C. racemosa* pada perlakuan A (20 cm) yang hanya mendapatkan pertumbuhan total sebesar 213.33 g sedangkan pada perlakuan B 240.00 g. perbedaan ini terjadi karena Faktor kimia berpengaruh ke sifat fisik air, seperti tekanan osmotik cairan lingkungan, meliputi konsentrasi garam dan mineral dalam air. Tekanan osmotik ini memengaruhi kemampuan organisme, termasuk rumput laut, untuk menyerap air dan nutrisi serta beradaptasi terhadap perubahan lingkungan. memiliki peranan penting. Menurut Yuliana *et al.* (2015), keseimbangan tekanan osmotik mendukung proses asimilasi nutrisi yang diperlukan untuk fotosintesis, yang pada gilirannya mempromosikan pertumbuhan alga yang optimal.'

Pertumbuhan anggur laut yang terus bertambah dari minggu sebelumnya pupuk yang digunakan selama proses penelitian terbukti memenuhi nutrisi dan sumber energi anggur laut untuk berkembang. Menurut Dahlia *et al.* (2015),

peningkatan Pertumbuhan menunjukkan bahwa rumput laut telah memasuki tahap perpanjangan sel, berkat ketersediaan unsur hara yang cukup untuk mendukung proses tersebut.



Gambar 3. Grafik Pertumbuhan bobot Anggur Laut

Berdasarkan analisis ragam, penambahan pupuk organik cair dengan dosis yang berbeda menunjukkan pengaruh yang sangat signifikan terhadap laju pertumbuhan spesifik *Caulerpa racemosa*. Variasi dalam dosis pupuk organik cair diduga memengaruhi ketersediaan nutrisi, yang pada gilirannya memengaruhi penyerapan nutrisi oleh *C. racemosa* untuk pertumbuhannya. Menurut Zuyasna *et al.* (2010) dan Silea serta Masitha (2006), ketersediaan nutrisi yang memadai dan seimbang sangat penting untuk kebutuhan tanaman, karena dapat merangsang pertumbuhan thallus dan mempercepat pembentukan jaringan serta tunas baru.

Rumput laut memerlukan berbagai komponen nutrisi untuk tumbuh secara optimal, termasuk makronutrien seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), serta mikronutrien seperti besi (Fe), seng (Zn), tembaga (Cu), mangan (Mn), dan molibdenum (Mo), serta vitamin. Nutrisi-nutrisi ini sangat penting untuk

pertumbuhan rumput laut. Nitrogen (N) berfungsi untuk merangsang pertumbuhan tanaman, mendukung perkembangan pesat, dan kekurangan nitrogen dapat menghambat pertumbuhan karena mengganggu proses fotosintesis. Fosfor (P) berperan penting dalam fotosintesis, sementara kalium (K) diperlukan oleh sel-sel tanaman selama proses asimilasi energi yang dihasilkan dari fotosintesis (Ginting *et al.* 2015).

Pupuk juga merupakan inovasi penting dalam akuakultur. Menurut Akmal *et al.* (2015), salah satu metode untuk meningkatkan pertumbuhan rumput laut adalah dengan menambah dan meningkatkan kandungan nutrisi yang diperlukan melalui pemupukan. Namun, dalam budidaya rumput laut, pemupukan tidak dapat dilakukan secara langsung di laut. sehingga metode yang digunakan adalah pemupukan melalui bak terkontrol. Penggunaan pupuk yang tidak seimbang dapat menyebabkan kekurangan nutrisi, sementara penggunaan yang berlebihan dapat mengakibatkan keracunan.

Pupuk majemuk sering dipilih oleh petani karena praktis dan mampu memenuhi kebutuhan unsur hara makro tanaman. Pupuk cair, yang mengandung tiga unsur hara utama nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) serta diperkaya dengan unsur sulfur (S), memiliki keuntungan tambahan karena mudah larut dalam air dan cepat diserap oleh akar tanaman. Selain itu, penggunaan pupuk cair dapat memperkuat batang tanaman dan meningkatkan daya tahan tanaman secara keseluruhan.