



ANALISIS PERBANDINGAN SISTEM BUDIDAYA TERHADAP KARAKTERISTIK SEL DAN PERFORMA PERTUMBUHAN RUMPUT LAUT (*Gracilaria verrucosa*)

Hanifah Zahra Prayundika^{1*}, Andi Rahmad Rahim²

^{1,2}Program Studi Budidaya Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Gresik, Indonesia

Email: hanifahzp10@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i2.13002>

Submit: 01-09-2024; Revised: 29-09-2024; Accepted: 01-10-2024; Published: 30-12-2024

ABSTRAK: *Gracilaria verrucosa* memiliki peran penting pada sektor industri agar dan menjadi kontributor utama ketahanan pangan, sehingga diperlukan teknik budidaya untuk meningkatkan produktivitas rumput laut. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan sistem budidaya rumput laut *Gracilaria verrucosa* terhadap karakteristik sel dan performa pertumbuhan rumput laut. Studi ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimental. Teknik penentuan karakteristik sel rumput laut menggunakan metode histologi tanaman yang meliputi fiksasi, penyaringan, dan pewarnaan spesimen untuk melihat struktur sel di bawah mikroskop optik, sedangkan untuk mengukur performa pertumbuhan rumput laut menggunakan panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik (SGR), dan jumlah talus. Analisis data menggunakan statistik inferensial uji-t. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) sistem ekstensif menghasilkan performa pertumbuhan yang lebih baik, dengan panjang mutlak ($9,7 \pm 1,4$ cm), SGR (28,6 %), dan jumlah talus yang lebih tinggi ($256,6 \pm 16,8$); (2) karakteristik sel pada sistem ekstensif menghasilkan ukuran yang lebih besar dan teratur, dengan jumlah sel yang lebih tinggi di akhir pemeliharaan; (3) tidak ada perbedaan signifikan pada rendemen agar antara kedua sistem.

Kata Kunci: budidaya berkelanjutan, produktivitas alga, histologi sel.

ABSTRACT: *Gracilaria verrucosa* has an important role in the agar industry sector and is a major contributor to food security, so cultivation techniques are needed to increase seaweed productivity. This study aims to compare the *Gracilaria verrucosa* seaweed cultivation system on cell characteristics and seaweed growth performance. This study is a quantitative study with an experimental method. The technique for determining seaweed cell characteristics uses plant histology methods including fixation, filtration, and staining of specimens to see the cell structure under an optical microscope, while to measure seaweed growth performance using absolute length, specific growth rate (SGR), and number of thallus. Data analysis uses *t*-test inferential statistics. The results showed that (1) the extensive system produced better growth performance, with absolute length (9.7 ± 1.4 cm), SGR (28.6%), and higher number of thallus (256.6 ± 16.8); (2) cell characteristics in the extensive system produced larger and more regular sizes, with a higher number of cells at the end of maintenance; (3) there was no significant difference in agar yield between the two systems.

Keywords: sustainable aquaculture, alga productivity, cell histology.

How to Cite: Prayundika, H., & Rahim, A. (2024). Analisis Perbandingan Sistem Budidaya terhadap Karakteristik Sel dan Performa Pertumbuhan Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*). *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(2), 1876-1888. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i2.13002>



Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Rumput laut atau alga (*seaweed*) menjadi salah satu komoditas penting perikanan di Indonesia (Akbarurrasyid *et al.*, 2021) Rumput laut memiliki potensi



sosial ekonomi dan menjadi kontributor utama ketahanan pangan dan non pangan (FAO, 2021). Indonesia merupakan negara pemasok rumput laut utama di dunia pada tahun 2022 dengan pangsa ekspor mencapai 44,46% (ITC *Trade Map*, 2023). Produksi rumput laut di Indonesia jenisnya beragam, salah satunya adalah jenis *Gracilaria verrucosa*. Pemanfaatan rumput laut jenis *Gracilaria verrucosa* sangat luas dan menjadi bahan baku penting di beberapa bidang industri, mulai dari industri pangan seperti agar-agar, industri kosmetik, dan industri farmasi (Elfahira *et al.*, 2022; Nurjannah *et al.*, 2020; Rumtasyah *et al.*, 2023). Oleh karena itu, untuk memenuhi tingginya permintaan rumput laut jenis *Gracilaria verrucosa*, diperlukan upaya peningkatan produktivitas pada rumput laut tersebut.

Budidaya perikanan (akuakultur) memberikan porsi yang besar terhadap penyediaan stok rumput laut (FAO, 2018). Permintaan rumput laut yang tinggi ini juga dihadapkan dengan berbagai tantangan, salah satunya adalah pengembangan manajemen produksi pada IKM (Industri Kecil Menengah) yang belum bisa memenuhi permintaan pasar, pertumbuhan yang kurang optimal, dan kualitas produksi yang belum mencapai standar ekspor (Prita *et al.*, 2021; Rahim *et al.*, 2016). Selain faktor perencanaan produksi, metode budidaya juga menjadi hal penting yang mempengaruhi produktivitas *Gracilaria verrucosa*. Terdapat dua metode budidaya yaitu sistem budidaya ekstensif dan sistem budidaya intensif. Budidaya ekstensif merupakan metode budidaya tradisional yang memanfaatkan kondisi alami, sedangkan budidaya intensif memanfaatkan bahan tambahan seperti pupuk organik dan pupuk kimia serta wadah budidaya yang berbeda dengan habitat asli rumput laut.

Kedua sistem budidaya memiliki keunggulan dan karakteristiknya masing-masing. Budidaya ekstensif memiliki beberapa keunggulan seperti biaya produksi yang rendah, input teknologi rendah, dan mudah diadaptasi oleh petani kecil (Hurtado *et al.*, 2017). Sistem ini biasanya memanfaatkan sumber daya alam yang ada dan bergantung pada proses alami untuk mendukung pertumbuhan biota. Sedangkan, budidaya intensif memiliki keunggulan dapat meningkatkan produksi di lahan yang sempit dan kontrol parameter lingkungan yang lebih baik (Panasani, 2020). Sistem budidaya intensif melibatkan penggunaan teknologi dan manajemen yang lebih canggih untuk meningkatkan produktivitas, namun dapat menghasilkan keuntungan yang lebih tinggi, meskipun memerlukan investasi awal yang lebih besar untuk infrastruktur dan teknologi (Pasaribu, 2017). Selain itu, sistem intensif sering kali memerlukan pengelolaan yang lebih ketat untuk mencegah masalah kesehatan yang dapat timbul akibat kepadatan yang tinggi (Mustafa *et al.*, 2016).

Kualitas rumput laut dapat dilihat dari karakteristik sel dan kandungan agar yang terkandung di dalamnya. Struktur sel dapat menggambarkan kualitas dari rumput laut. Fenomena peningkatan permintaan global terhadap rumput laut menyebabkan pentingnya untuk mengetahui metode budidaya yang efisien untuk pengembangan budidaya yang berkelanjutan. Penelitian sebelumnya cenderung terfokus pada aspek-aspek budidaya tertentu dari *Gracillaria verrucosa* tanpa menyediakan perbandingan langsung pada kedua sistem budidaya rumput laut. Penelitian kali ini berfokus pada perbandingan komparatif pada dua sistem budidaya rumput laut, sehingga hasil penelitian dapat meningkatkan efisiensi produksi, penyediaan stok global, dan peningkatan kualitas rumput laut *Gracillaria*

verrucosa. Dengan demikian, penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui perbandingan sistem budidaya ekstensif dan intensif pada karakteristik sel dan performa pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode eksperimental, dimana peneliti dengan sengaja memanipulasi variabel independen untuk melihat dampaknya terhadap variabel dependen (Leedy *et al*, 2005). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-April 2024 yang bertempat di Desa Pangkahkulon, Kecamatan Ujungpangkah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1. Sedangkan untuk analisis karakteristik sel dilakukan di Laboratorium Program Studi Budidaya Perikanan, Universitas Muhammadiyah Gresik.

Persiapan dan Pemeliharaan Bibit

Bibit rumput laut yang digunakan merupakan bibit segar yang didapatkan dari Koperasi Kampung Perikanan Budidaya Rumput Laut, Desa Pangkahkulon, Kecamatan Ujungpangkah, Kabupaten Gresik. Bibit yang digunakan merupakan bibit segar sesuai dengan Rahim *et al* (2016), yaitu berwarna coklat agak tua, talus masih muda yang memiliki struktur kuat dan segar, bebas dari rumput laut atau tanaman lain, tidak terdapat bercak dan sisik.

Pemeliharaan rumput laut pada sistem ekstensif dilakukan pada tambak tradisional seperti pada Gambar 1, sedangkan pada sistem intensif diletakkan pada wadah terkontrol *styrofoam* seperti pada Gambar 2. Budidaya sistem ekstensif hanya memanfaatkan kondisi alam tanpa unsur terkontrol, sedangkan pada sistem budidaya intensif memiliki wadah terkontrol dan penambahan pupuk organik cair yang terbuat dari; kotoran sapi, daun kering, EM4, molase, ampas tahu, dan air. Dosis yang diberikan sebesar 0,45 ml/liter air dengan mengacu pada pedoman yang ditetapkan oleh Rahim *et al* (2018).



Gambar 1. Sistem Ekstensif Rumput Laut **Gambar 2. Sistem Intensif Rumput Laut**

Prosedur Penelitian

Prosedur pemerosesan talus untuk mendapatkan informasi histologis dimulai dengan memotong jaringan dan merendamnya pada larutan Bouin selama 24 jam, setelah itu dibersihkan dengan etanol 70%. Jaringan kemudian dihidrasi secara bertahap dengan etanol (70%-100%) dan dijernihkan menggunakan *xylol* sebelum di-*embedding* dalam paraffin. Setelah paraffin tersebut mengeras, jaringan diiris



secara longitudinal dengan mikrotom, kemudian ditempatkan pada *object glass* dan dikeringkan. Pewarnaan dilakukan menggunakan metode Mayer-Bennett H & E, termasuk rehidrasi, pencucian, dan pewarnaan dengan Hematoxylin dan Eosin Phloxine, diakhiri dengan dehidrasi, penjernihan dengan *xylol*, dan pemasangan *cover glass* untuk observasi mikroskopis.

Parameter Penelitian

1) **Performa Pertumbuhan:** Performa pertumbuhan rumput laut yang diukur pada penelitian ini adalah panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik (SGR), dan jumlah talus. Panjang mutlak dihitung menggunakan rumus Jaelani *et al* (2021), sebagai berikut:

$$H = H_t - H_0$$

Keterangan:

H : Panjang mutlak (cm)

H_t : Panjang bibit akhir penelitian (cm)

H₀ : Panjang bibit awal penelitian (cm)

Laju pertumbuhan spesifik dihitung dengan rumus oleh Gultom *et al* (2019), sebagai berikut:

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \times 100\%$$

Keterangan:

SGR : *Specific Growth Rate* / laju pertumbuhan spesifik (%)

W₀ : Berat bibit awal pemeliharaan (g)

W_t : Berat bibit akhir pemeliharaan (g)

t : Waktu pemeliharaan (hari).

Sedangkan jumlah talus dihitung manual menggunakan alat *Tally Counter*.

2) **Jumlah Sel:** Jumlah sel dilakukan dengan teknik mikroskopi yang digunakan untuk mengamati dan menghitung sel-sel rumput laut. Prosedur yang dilakukan meliputi pengamatan mikroskopis, persiapan sampel, dan perhitungan jumlah sel manual. Metode hitung manual sel rumput laut memberikan pengetahuan mengenai ekologi dan biologi jenis tanaman laut ini karena hasil dari metode ini memberikan data yang akurat dan dapat diandalkan untuk analisis populasi sel rumput laut (Thomas *et al.*, 2005).

3) **Rendemen:** Rendemen diukur menggunakan metode AOAC (2005), dengan cara membandingkan berat kering hasil ekstraksi rumput laut dengan berat bahan sebelum ekstraksi. Rumus perhitungan rendemen adalah sebagai berikut;

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat Ekstrak}}{\text{Berat Sampel Awal}} \times 100\%$$

4) **Karakteristik Sel:** Penentuan karakteristik sel rumput laut menggunakan metode histologi tanaman yang meliputi fiksasi, penyaringan, dan pewarnaan spesimen untuk melihat struktur sel di bawah mikroskop optik. Analisis sitometri aliran juga sering digunakan untuk memeriksa sifat fisik dan kandungan kimia dalam sel rumput laut. Dengan metode ini, peneliti dapat dengan akurat menentukan karakteristik sel dan mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang biologi sel rumput laut (Quer'e *et al.*, 2015).

- 5) **Kualitas Air:** Parameter kualitas air dalam penelitian ini diukur secara langsung di lokasi penelitian. Suhu, pH, dan salinitas diukur menggunakan termometer digital, pH, dan refractometer. Selama penelitian, kualitas air diamati setiap minggu.

Analisis Data

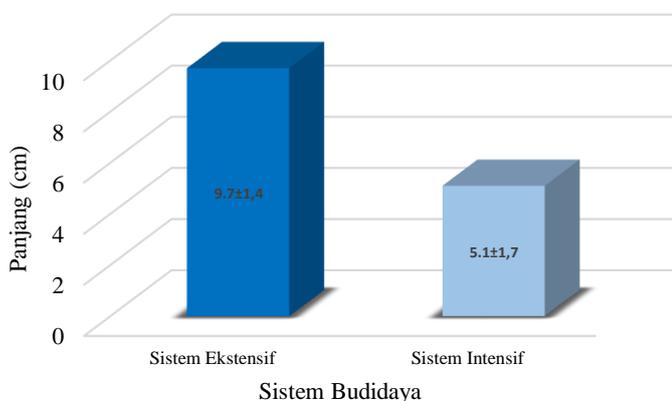
Analisis data menggunakan uji-t untuk membandingkan setiap parameter penelitian pada sistem budidaya ekstensif dan intensif. Pengujian statistik dengan uji-t dilakukan dengan menggunakan tingkat signifikansi sebesar 0,05 ($\alpha=5\%$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Performa Pertumbuhan

Panjang mutlak

Pengukuran panjang mutlak rumput laut dilakukan setelah pemeliharaan selama 35 hari dan mendapatkan hasil dengan panjang mutlak yang berbeda seperti disajikan pada Gambar 3. Sistem budidaya ekstensif menghasilkan panjang mutlak yang lebih tinggi ($9,7 \pm 1,4$) dibandingkan dengan sistem intensif ($5,1 \pm 1,7$). Hal ini ditegaskan oleh hasil penelitian Mulyaningrum (2015) bahwa panjang mutlak *Gracilaria* paling optimal adalah 5,28 cm. Perbedaan ini diperkuat oleh hasil uji-t yang menunjukkan bahwa $p < 0,001$, yang artinya ada perbedaan panjang mutlak yang signifikan antara rumput laut pada sistem budaya ekstensif dan intensif.



Gambar 3. Pertumbuhan Panjang Mutlak

Banyak faktor yang mempengaruhi tingginya panjang mutlak pada budidaya ekstensif. Wadah budidaya juga mengambil peran penting pada optimalnya pertumbuhan rumput laut, wadah yang lebih sempit dengan padat penebaran tinggi pada sistem intensif akan mengurangi ruang gerak rumput laut sehingga menghambat pertumbuhannya (Aisa, 2020). Rumput laut yang terlalu rimbun menyebabkan setiap permukaan tubuh rumput laut tidak memperoleh nutrient yang sama untuk mendukung proses fotosintesisnya (Fanni *et al.*, 2021). Selain itu, substrat merupakan faktor penting pada budidaya rumput laut seperti pada penelitian Patahirudin, (2020) yang menyatakan bahwa nutrient pada substrat sangat penting dan berpengaruh pada pertumbuhan rumput laut *Gracilaria*



verrucosa, sedangkan pada sistem intensif rumput laut yang diterapkan tidak terdapat substrat yang memadai sebagai tempat berkembangnya rumput laut sehingga pertumbuhannya tidak optimal.

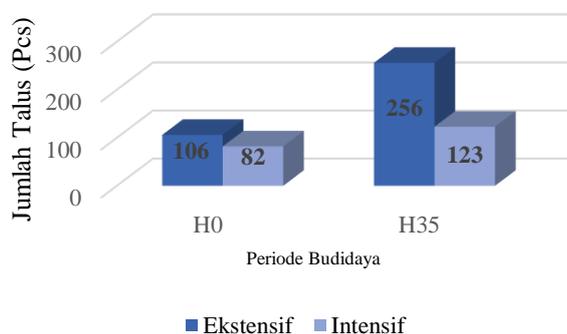
Laju pertumbuhan spesifik

Laju pertumbuhan spesifik menunjukkan persentase pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* selama masa pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata laju pertumbuhan rumput laut pada sistem ekstensif lebih tinggi (28,6%) dibandingkan dengan sistem intensif (22,9%). Menurut Irawati & Affandi (2024), menyatakan bahwa laju pertumbuhan spesifik optimal adalah 22,9 %. Kedua sistem memiliki laju pertumbuhan yang optimal, akan tetapi hasil tertinggi didapatkan pada sistem ekstensif. Perbedaan ini diperkuat oleh hasil uji-t yang menunjukkan bahwa nilai p sebesar 0,008 ($p < 0,05$), yang artinya ada perbedaan laju pertumbuhan yang signifikan antara rumput laut pada sistem budaya esktenfif dan intensif.

Nutrien merupakan komponen penting pada pertumbuhan rumput laut. Distribusi nutrient yang kurang optimal menyebabkan zat hara dan nutrient terperangkap pada satu sisi talus dan tidak menyebar rata sehingga proses pertumbuhan akan terhambat (Irawati & Affandi, 2024). Laju pertumbuhan berkorelasi positif dengan proses metabolisme rumput laut, yaitu dengan masuknya unsur hara ke dalam sel san seluruh bagian rumput laut atau dapat isebut dengan difusi. Proses difusi dipengaruhi oleh pergerakan air atau arus, karena berperan sebagai pendistribusi unsur hara dalam media budidaya dan membantu membersihkan lumpur atau lumut sebagai hama rumput laut (Fanni *et al.*, 2021). Laju pertumbuhan pada sistem intensif mengalami penurunan meskipun memiliki kandungan nutrisi yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem ekstensif. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pergerakan air dalam sistem intensif yang mengakibatkan nutrisi tidak terdistribusikan dengan baik keseluruh bagian rumput laut. Selain itu, jarak tanam yang terlalu sempit karena kepadatan yang terlalu tinggi pada sistem intensif akan meningkatkan kompetisi antar talus, yang mana hal ini akan mengganggu proses pertumbuhan (Supiandi *et al.*, 2020).

Jumlah talus

Jumlah talus pada kedua sistem budidaya dihitung pada masa awal dan akhir pemeliharaan. Setelah hasil perhitungan didapatkan hasil yang berbeda antara kedua sistem, baik pada masa awal maupun akhir pemeliharaan seperti disajikan pada Gambar 4. Pada jumlah talus H0, rata-rata sistem ekstensif ($106,1 \pm 16,4$), lebih tinggi dibandingkan dengan sistem intensif ($82,4 \pm 16,8$). Pada H35 atau akhir pemeliharaan didapatkan hasil sistem ekstensif juga lebih tinggi ($256,6 \pm 16,8$) dibandingkan dengan sistem intensif ($123,3 \pm 15,8$). Hasil uji statistik menggunakan uji-t menunjukkan bahwa jumlah talus pada awal pemeliharaan (H0) memiliki perbedaan signifikan pada kedua sistem dengan nilai $p = 0,008$ ($p < 0,05$) dan pada akhir pemeliharaan (H35) memiliki perbedaan signifikan pada kedua sistem dengan nilai $p = 0,001$ ($p < 0,05$). Hasil ini mengindikasikan sistem ekstensif secara signifikan memiliki hasil yang lebih baik pada pertumbuhan jumlah talus dibandingkan dengan sistem intensif. Menurut hasil penelitian Diana (2016) bahwa jumlah talus tertinggi pada *Gracilaria* adalah 86.

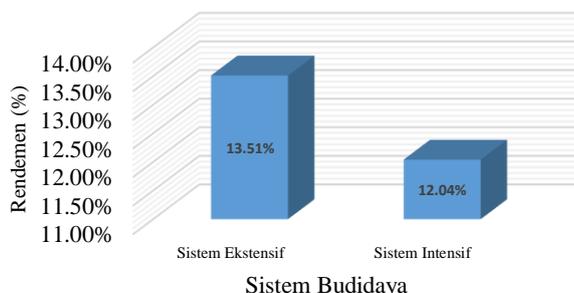


Gambar 4. Perbandingan Jumlah Talus Rumput Laut

Tingginya pertumbuhan talus pada sistem ekstensif dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah pergerakan air. Pergerakan air sangat penting dalam proses budidaya rumput laut, karena nutrient akan terdistribusikan dengan baik dan terserap secara merata melalui proses difusi (Cahyani, 2021). Sistem ekstensif memiliki pergerakan air yang lebih baik dibandingkan dengan sistem intensif, karena wadah budidaya yang lebih terbuka memungkinkan air bergerak dengan bantuan angin serta adanya sirkulasi keluar masuk melalui pintu air. Selain itu, pergerakan air ini membantu melepaskan lumut yang menempel pada talus, sehingga percabangan talus berkembang optimal (Fanni *et al.*, 2021). Pada sistem intensif, kandungan nitrogen lebih tinggi akibat penambahan pupuk organik cair, namun tidak disertai dengan pergerakan air yang memadai sehingga memicu pertumbuhan lumut (Mapparimeng *et al.*, 2019). Lumut ini menghalangi pertumbuhan talus, sehingga pertumbuhan talus pada sistem intensif lebih rendah dibandingkan dengan sistem ekstensif.

Rendemen

Rendemen merupakan perbandingan jumlah ekstrak yang dihasilkan oleh ekstraksi tanaman. Nilai rendemen berkaitan dengan kandungan agar pada rumput laut. Pada perhitungan rata-rata rendemen didapatkan hasil bahwa sistem ekstensif memiliki rumput laut dengan kandungan rendemen yang lebih tinggi ($13,51 \pm 0,02$) dibandingkan dengan sistem intensif ($12,04 \pm 0,01$), sebagaimana disajikan pada Gambar 5. Menurut Uju *et al* (2018), bahwa rendemen optimal pada *Gracilaria sp.* adalah 7,27-12,45%. Kendati demikian, pada hasil uji-t didapatkan nilai $p > 0,05$, sehingga dinyatakan tidak ada perbedaan signifikan rendemen pada kedua sistem.

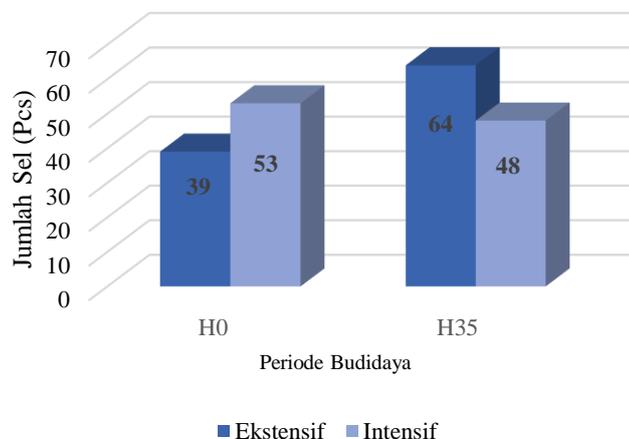


Gambar 5. Perbandingan Rendemen

Tingginya kandungan nutrisi pada budidaya intensif tidak mempengaruhi kadungan agar pada rumput laut, hal ini dapat terjadi karena rumput laut memiliki batas fisiologis pada penyerapan dan pemanfaatan nutrisi (Jiang, Z *et al.*, 2020). Selain itu kandungan nutrisi yang tinggi melebihi titik tertentu, enzim yang terlibat dalam penyerapan nutrisi akan menjadi jenuh dan tidak dapat memproses nutrisi tambahan dengan optimal (Roleda & Hurd, 2019). Penelitian Forbord *et al* (2020), menyatakan bahwa kepadatan tinggi dapat mempengaruhi peningkatan persaingan antar rumput laut pada pemanfaatan ruang gerak dan perolehan cahaya matahari untuk proses fotosintesis, maka dari itu tingginya nutrisi pada sistem intensif tidak memberikan perbedaan signifikan pada kualitas agar rumput laut.

Jumlah sel

Hasil perhitungan manual menggunakan *tally counter*, jumlah sel pada kedua sistem budidaya adalah berbeda baik pada awal pemeliharaan maupun pada akhir pemeliharaan seperti tersaji pada Gambar 6. Pada awal pemeliharaan, rata-rata jumlah sel lebih tinggi pada sistem intensif ($53 \pm 15,3$), namun pada akhir pemeliharaan kondisi terbalik dengan sistem ekstensif memiliki rata-rata jumlah sel yang lebih tinggi (64 ± 14). Hasil analisis uji-t pada hari 0 pemeliharaan menunjukkan perbedaan nyata dengan $p=0,037$ ($p<0,05$), sedangkan pada hari akhir pemeliharaan menunjukkan perbedaan nyata dengan $p=0,008$ ($p<0,05$).



Gambar 6. Perbandingan Jumlah Sel H0 dan H35

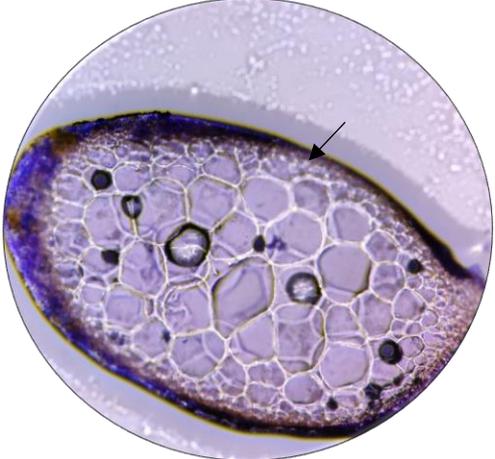
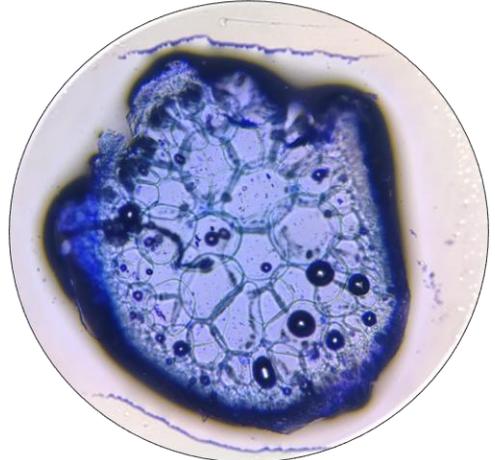
Jumlah sel yang berbeda pada kedua sistem dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor. Salah satunya adalah bahwa sistem intensif memiliki jumlah sel yang lebih tinggi pada awal pemeliharaan karena kondisi awal bibit yang berbeda. Namun, setelah perlakuan budidaya yang berbeda, kedua sistem memiliki hasil yang berbeda, dengan sistem ekstensif yang lebih tinggi. Ini mungkin menunjukkan bahwa selama periode budidaya, sistem ekstensif melakukan pembelahan sel yang lebih besar. Kondisi media budidaya yang berbeda dengan habitat aslinya dapat mempengaruhi pembelahan sel, yang memerlukan adaptasi tambahan. Kondisi-kondisi ini mengganggu kinerja enzim dan menghambat pembelahan sel (Mulyaningrum, 2015). Adaptasi sangat penting untuk pertumbuhan makhluk hidup termasuk rumput laut. Stress lingkungan yang tinggi menghambat

pertumbuhan dan mengurangi pembelaahan sel, sehingga jumlah sel pada sistem intensif menurun saat pemeliharaan berakhir (Gao *et al.*, 2018).

Karakteristik sel

Ukuran dan bentuk sel rumput laut *Gracilaria verrucosa* pada setiap sistem budidaya memiliki perbedaan dan karakteristik tersendiri seperti tersaji pada Tabel 1. Pada histologi sel sistem budidaya ekstensif menunjukkan bahwa sel-sel memiliki ukuran yang relatif seragam dengan dinding sel yang tipis, ruang antarsel terlihat lebih teratur dan jelas, sel tampak terdefinisi dengan batas yang jelas. Sedangkan pada sistem intensif, sel memiliki ukuran yang bervariasi cenderung lebih kecil dibandingkan dengan sel pada sistem ekstensif, dinding sel terlihat lebih tebal dan berwarna lebih gelap, serta sel terlihat lebih padat dengan susunan yang kurang beraturan.

Tabel 1. Karakteristik Sel Rumput Laut

Sistem Budidaya	Gambar Sel	Keterangan
Ekstensif		Sel berukuran besar, bentuknya bulat cenderung oval, dan terlihat dalam jumlah banyak.
Intensif		Sel berukuran sedang, bentuknya bulat cenderung polygonal, dan terlihat dalam jumlah sedikit.

Penampilan histologis sel di kedua sistem menunjukkan kondisi pertumbuhan yang berbeda. Dengan sel yang lebih besar dan teratur, rumput laut menyerap nutrisi dengan paling baik (Roleda & Hurd, 2019). Hurd *et al.* (2020) mengatakan bahwa



rumput laut mengubah ketebalan dinding selnya sebagai tanggapan terhadap stres lingkungan. Ini menunjukkan bahwa rumput laut di sistem intensif lebih sulit untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya, sehingga memiliki dinding sel yang lebih tebal. Kumar *et al.* (2016) juga menyatakan bahwa stres lingkungan mempengaruhi ukuran sel dan vakuola pada sistem intensif, tetapi distribusinya tidak merata dibandingkan dengan sistem ekstensif. Ini mungkin karena kondisi budidaya sistem intensif sangat berbeda dengan habitat aslinya, yang menyebabkan pertumbuhan dan penampilan sel yang lebih baik pada sistem ekstensif.

Kualitas air

Kualitas air memiliki peran penting dalam kesuksesan budidaya rumput laut, karena rumput laut memerlukan kondisi air yang ideal untuk pertumbuhannya (Muliyadi *et al.*, 2023). Pengukuran kualitas air dilakukan setiap minggu dengan hasil seperti tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kualitas Air

No.	Parameter	Ekstensif	Intensif	Standar
1.	pH	7,59-7,67	7,21-8	6-9
2.	Suhu (°C)	25,9-29	26,4-28,2	20-28
3.	Salinitas (PPT)	12-15	14-15	5,2–38,1

Parameter kualitas air yang diukur pada kedua sistem budidaya masih dalam batas toleransi menurut literatur sebelumnya. Selama pengamatan, kisaran pH pada sistem ekstensif adalah 7,59-7,67 dan pada sistem intensif 7,21-8. Nilai tersebut masih dalam kategori sesuai dengan Susanto (2021), yang menyebutkan bahwa pH optimal untuk budidaya rumput laut berada pada rentang 6-9. Sementara itu, suhu pada kedua sistem budidaya yaitu 25,9-29 °C (sistem ekstensif) dan 26,4-28,2°C (sistem intensif), sedikit melebihi standar suhu optimal untuk budidaya yakni 20-28°C (Susanto, 2021). Suhu yang tinggi ini disebabkan oleh intensitas sinar matahari yang tinggi dan berkelanjutan, yang memanaskan massa air (Nikhilani & Kusumaningrum, 2021). Adapun salinitas pada kedua sistem budidaya adalah 12-15 ppt (sistem ekstensif) dan 14-15 ppt (sistem intensif), yang termasuk dalam kategori optimal berdasarkan Waluyo *et al* (2019), yang menjelaskan bahwa *Gracilaria verrucosa* adalah organisme *euryhaline* yang dapat bertahan hidup dalam kisaran salinitas 5,2–38,1 ppt.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa (1) Performa pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*, menunjukkan bahwa sistem budidaya ekstensif lebih unggul dibandingkan sistem intensif., dengan panjang mutlak yang lebih tinggi ($9,7 \pm 1,4$ cm), laju pertumbuhan spesifik yang lebih tinggi (28,6%), dan jumlah talus yang lebih besar pada akhir pemeliharaan ($256,6 \pm 16,8$); (2) Karakteristik sel dalam sistem ekstensif menunjukkan ukuran yang lebih besar dan struktur yang lebih teratur. Namun, kualitas agar rendemen kedua sistem tidak berbeda secara signifikan; (3) Faktor yang mempengaruhi perbedaan pertumbuhan dan karakteristik sel kedua sistem budidaya meliputi pergerakan air, ruang gerak yang lebih luas, dan kemiripan dengan habitat alami. Kualitas air di kedua sistem



masih berada di bawah batas yang ditoleransi *Gracilaria verrucosa*. Berdasarkan hasil penelitian ini, metode budidaya ekstensif disarankan untuk pengembangan *Gracilaria verrucosa* yang efektif dan berkelanjutan.

SARAN

Peneliti memberikan saran untuk penelitian selanjutnya agar menganalisis waktu yang dibutuhkan oleh rumput laut *Gracilaria verrucosa* pada sistem budidaya intensif untuk mendapatkan hasil pertumbuhan yang optimal dan lebih efisien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih terutama ditujukan kepada Koperasi Kampung Perikanan Budidaya Rumput Laut, Ujung Pangkah yang telah memfasilitasi Lokasi penelitian, serta kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan ilmu yang bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisa, A. T. (2020). Analisis Laju Pertumbuhan Rumput Laut (*Gracilaria sp.*) Hasil Perendaman Air Kelapa (*Cocos nucifera*). *I*(1), 1–19.
- Akbarurrasyid, M., Pietoyo, A., Puji Astiyani, W., Dinda Ayunda (2021). Teknologi Budidaya Rumput Laut *Gracilaria Verrucosa* Menggunakan Kantong Jaring Bersusun dengan Bobot Awal Bibit Berbeda di Karawang *Technology Of Seaweed Culture (Gracilaria verrucosa) Using Multilevel Net Bags With Different Initial Seed Weight In Karawang* (Vol. 13, Issue 2).
- Arum W. Prita, R. S. Bayu Mangkurat, & Anggara Mahardika. (2021). Potensi Rumput Laut Indonesia sebagai Sumber Serat Pangan Alami. *Science Technology and Management Journal*, *1*(2), 41–46. <https://doi.org/10.53416/Stmj.V1i2.17>
- Cahyani, W. S. (2021). Kondisi Lingkungan Perairan Budidaya Rumput Laut *Euchema spinosum* di Desa Boneatiro Barat Kabupaten Buton. *Environmental Condition Of Seaweed Euchema spinosum Culture At West Boneatiro Village, Buton Regency. Journal Of Aceh Aquatic Science*, *5*, 88–94.
- Diana, F. (2016). Performa Rumput Laut, *Gracilaria Gigas*, Pada Sistem Budidaya Laut Dan Tambak. *Jurnal Perikanan Tropis*, *3*(1).
- Elfahira, D. R., Hudi, L., & Nurbaya, S. R. (2022). *The Effect Of Gracilaria Verrucosa Seaweed Flour Proportion With White Glutinous Rice Flour (Oryza sativa glutinosa) And Cmc (Carboxy Methyl Cellulose) Concentration On Physical And Chemical Characteristics Of Seaweed Dodol. Procedia Of Engineering And Life Science*, *3*(1). <https://doi.org/10.21070/Pels.V3i1.1304>
- Forbord, S., Matsson, S., Brodahl, G. E., Bluhm, B. A., Broch, O. J., Handå, A., Metaxas, A., Skjermo, J., Steinhovden, K. B., & Olsen, Y. (2020). *Latitudinal, Seasonal And Depth-Dependent Variation In Growth, Chemical Composition And Biofouling Of Cultivated Saccharina Latissima (Phaeophyceae) Along The Norwegian Coast. Journal Of Applied Phycology*, *32*(4), 2215–2232. <https://doi.org/10.1007/S10811-020-02038-Y>
- Gao, G., Beardall, J., Bao, M., Wang, C., Ren, W., & Xu, J. (2018). *Ocean*



Acidification And Nutrient Limitation Synergistically Reduce Growth And Photosynthetic Performances Of A Green Tide Alga Ulva Linza. Biogeosciences, 15(11), 3409–3420. <https://doi.org/10.5194/bg-15-3409-2018>

- Hurtado, Anicia & Critchley, Alan & Neish, Iain. (2017). *Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities: Focus on Kappaphycus and Eucheuma of Commerce*. 10.1007/978-3-319-63498-2.
- Irawati, B. A., & Affandi, R. I. (2024). Kultur Jaringan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dengan Metode Embriogenesis Somatik. *Ganec Swara, 18(1)*, 358. <https://doi.org/10.35327/Gara.V18i1.768>
- Jaelani, M. M., Marzuki, M., & Azhar, F. (2021). Pengaruh Pemberian Jenis Pupuk yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Rumput Laut Kultur Jaringan (*Eucheuma cottoni*). *Jurnal Perikanan, 11(1)*, 67–78.
- Jiang, Z., Liu, J., Li, S., Chen, Y., Du, P., Zhu, Y., Liao, Y., Chen, Q., Shou, L., Yan, X., Zeng, J., & Chen, J. (2020). (2020). *Kelp Cultivation Effectively Improves Water Quality And Regulates Phytoplankton Community In A Turbid, Highly Eutrophic Bay. Science Of The Total Environment, 707, 135.*
- Mapparimeng, Liswahyuni, A., Permatasari, A., Fattah, N., & Aminullah P (2019). Laju Pertumbuhan Rumput Laut (*Gracilaria sp*) dengan Pola Rak Bertingkat Di Tambak Kelurahan Samataring Kecamatan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai. *Jurnal Agrominansia, 4(1)*, 71–82.
- Mulyaningrum, R. H. (2015). Pertumbuhan dan Perkembangan Eksplan Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* dan *Gracilaria gigas* pada Aklimatisasi di Tambak. *Ilmu Kelautan, 129(3)*, 371545.
- Mustafa, A., Sapo, I., & Paena, M. (2016). Studi penggunaan produk kimia dan biologi pada budidaya udang vaname (*litopenaeus vannamei*) di tambak kabupaten pesawaran provinsi lampung. *Jurnal Riset Akuakultur, 5(1)*, 115. <https://doi.org/10.15578/jra.5.1.2010.115-133>
- Nikhilani, A., & Kusumaningrum, I. (2021). Analisa Parameter Fisika Dan Kimia Perairan Tihik Tihik Kota Bontang untuk Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Pertanian Terpadu, 9(2)*, 189–200. <https://doi.org/10.36084/Jpt..V9i2.328>
- Norma Aprilia Fanni, Agung Pamuji Rahayu, & Endah Sih Prihatini. (2021). Produksi Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*) Berdasarkan Perbedaan Jarak Tanam Dan Bobot Bibit di Tambak Desa Tlogosadang, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, 26(2)*, 177–183. <https://doi.org/10.18343/jipi.26.2.177>
- Nurjannah, A, Jacob Mardiono, Enti, B., & Seulale, V. (2020). Karakteristik Bubur Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* dan *Turbinaria conoides* sebagai Bahan Baku *Body Lotion*. *Jurnal Akuatik, 1(2)*, 73–83.
- Panasani, M. N. U. (2020). Dinamika Budidaya Tanaman Rumput Laut Intensif Bersalinitas Tinggi pada Sistem Akuaponik (*Doctoral dissertation, UNIVERSITAS AIRLANGGA*).
- Patahiruddin, P. (2020). Pengaruh Nitrat Substrat Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* Di Tambak Budidaya Desa Lare-Lare Kabupaten Luwu Sulawesi Selatan. *Fisheries Of Wallacea Journal, 1(1)*, 1-8.



- Pasaribu, A. M. (2017). Efisiensi ekonomi dan skala usaha teknologi budidaya udang windu (*penaeus monodon*) di jawa timur. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 3(3), 52. <https://doi.org/10.15578/jppi.3.3.1997.52-57>
- Quer E, G., Meistertzheim Al., Steneck Rs., Nugues Mn. (2015). Histopathology Of Crustose Coralline Algae Affected By White Band And White Patch Diseases. *Peer J*.1034:1-18.
- Rahim, A. R., Herawati, Y., Nursyam, H., & Hariati, A. M. (2016). *Combination Of Vermicompost Fertilizer, Carbon, Nitrogen And Phosphorus On Cell Characteristics, Growth And Quality Of Agar Seaweed Gracilaria verrucosa. Nature Environment and Pollution Technology An International Quarterly Scientific Journal* , 15, 1153–1160. www.Neptjournal.Com
- Roleda, M. Y., & Hurd, C. L. (2019). *Seaweed Nutrient Physiology: Application Of Concepts to Aquaculture and Bioremediation. Phycologia*, 58(5), 552–562. <https://doi.org/10.1080/00318884.2019.1622920>
- Rustamsyah, A., Sujana, D., & Kusmiyati, M. (2023). Review : Aktivitas Farmakologi Rumput Laut Genus *Gracilaria (Rhodopyceae)*. *Jurnal Farmasi Sains Dan Terapan*, 10(1), 38–43. <https://doi.org/10.33508/Jfst.V10i1.4318>
- Supiandi, M., Cokrowati, N., & Rahman, I. (2020). Growth Tissue Isolation Results With Off Bottom. *Jurnal Perikanan*, 10(2), 158–166.
- Susanto, A. (2021). Analisis Kesesuaian Kualitas Perairan Lahan Tambak Untuk Budidaya Rumput Laut (*Gracilaria sp.*) Di Kecamatan Langsa Barat, Kota Langsa. *Jfmr-Journal Of Fisheries And Marine Research*, 5(3). <https://doi.org/10.21776/Ub.Jfmr.2021.005.03.18>
- Thomas G. Popielarski, Andrew W. Short. (2005). *A Standard Method Of Measuring and Monitoring Composition and Biomass Of Seagrass Meadows** In: Green, E.P., Short, F.T. (Eds.), *World Atlas Of Seagrasses*. University Of California Press, Berkeley, Usa
- Waluyo, W., Permadi, A., Fanni, N. A., & Soedrijanto, A. (2019). Analisis Kualitas Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* di Tambak Kabupaten Karawang, Jawa Barat. *Grouper*, 10(1), 32. <https://doi.org/10.30736/Grouper.V10i1.50>