

Pertumbuhan rumput laut hijau (*Caulerpa* sp.) pada media kultur (trays) di perairan Pulau Barrang Caddi, Kota Makassar

The growth of green seaweed (*Caulerpa* sp.) in culture media (trays) on Barrang Caddi Island, Makassar

Muhammad Imran Lapong^{1*}, Fatma², Nursyahrani¹, Fathuddin², Muh Isman²

¹Program Studi Budidaya Perairan, Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa

²Program Studi Ilmu Kelautan, Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa

*Penulis Korespondensi: lapong.mula@gmail.com

Diterima Tanggal 26 Desember 2024, Disetujui Tanggal 07 Juli 2025

DOI: <https://doi.org.10.51978/japp.v25i2.922>

Abstrak

Anggur laut (*Caulerpa* sp.) umumnya dikenal sebagai lawi-lawi bagi warga lokal di Sulawesi Selatan dan beberapa daerah lainnya. Spesies ini dapat dikonsumsi langsung (*edible seaweed*) tanpa harus diolah terlebih dahulu. Lawi-lawi telah menjadi komoditi unggulan bagi para petambak di beberapa daerah pesisir. Komoditi ini dapat menjadi mata pencaharian alternative bagi masyarakat pulau. Studi ini bertujuan untuk melihat pertumbuhan lawi-lawi dalam media kultur (trays) di daerah pantai Pulau Barrang Caddi, Makassar. Ujicoba dimulai dari Bulan Agustus hingga November 2024, data pertumbuhan diambil setiap bulan pada setiap tray dengan empat kali pengulangan sekaligus mencatat data kualitas air secara berkala. Kandungan logam berat dianalisis pada dua musim yakni musim kemarau dan musim penghujan. Data parameter kualitas air seperti Suhu, Salinitas, pH, Fosfat dan Nitrat berada pada kisaran optimal. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi perairan sekitar dapat mendukung pertumbuhan spesies rumput laut lawi-lawi di Pulau. Laju pertumbuhan spesifik (LPS) lawi-lawi berkisar antara 0,1 hingga 0,5%/hari. Hal ini mendekati nilai LPS lawi-lawi yang dibudidayakan di tambak dengan menggunakan tray. Sementara hasil uji kandungan logam berat pada sample lawi-lawi menunjukkan angka yang jauh dibawah ambang batas SNI sehingga sangat aman untuk dikonsumsi.

Kata Kunci: *edible seaweed, laju pertumbuhan spesifik, lawi-lawi, logam berat, mata pencaharian, sni.*

Abstrak

*Sea grapes (*Caulerpa* sp.) are commonly known as lawi-lawi to locals in South Sulawesi and several other areas. This species can be consumed directly (edible seaweed) without requiring processing. Lawi has become a leading commodity for farmers in several coastal regions. This commodity can serve as an alternative livelihood for the island's people. This study aims to look at the growth of lawi-lawi in cultural media (trays) in the coastal area of Barrang Caddi Island, Makassar. The trial took place from August to November 2024, and growth data were collected monthly on each tray, with four iterations, while also recording water quality data at regular intervals. The heavy metal content was analyzed in two seasons, namely the dry season and the rainy season. Data on water quality parameters, such as Temperature, Salinity, pH, Phosphate, and Nitrate, are within the optimal range. This shows that the surrounding water conditions can support the growth of the lawi-lawi seaweed species on the island. The specific growth rate (LPS) of lawi-lawi ranges from 0.1 to 0.5%/day. This is close to the value of LPS lawi-lawi, which is cultivated in ponds using trays. Meanwhile, the results of the heavy metal content test on the lawi-lawi sample showed a number that was far below the SNI threshold, so it was very safe to consume.*

Keyword: *edible seaweed, specific growth rate, lawi-lawi, heavy metals, livelihood, sni.*

PENDAHULUAN

Di beberapa wilayah pesisir di Indonesia khususnya Sulawesi Selatan, masyarakat memanfaatkan anggur laut (*Caulerpa* sp.) sebagai bahan makanan yang disajikan secara segar. Lawi-lawi merupakan nama yang umum digunakan oleh masyarakat lokal. Dapat diambil langsung dari wilayah pantai kemudian bisa dikonsumsi secara segar dan juga untuk dijual. Serupa dengan itu, anggur laut juga dikonsumsi secara luas di berbagai belahan dunia seperti di negara-negara pasifik dan asia (Bocanegra *et al.*, 2009 dan Lako, 2012). Seiring dengan semakin popularnya komoditi ini, harganya pun mulai tinggi, masyarakat yang memiliki lahan mulai mencoba membudidayakannya dalam tambak.

Hasil studi menunjukkan bahwa lawi-lawi memiliki produktifitas tinggi yang dipelihara di dalam tambak. Produksi dapat mencapai 10–13 kali lipat dalam 3 bulan masa pemeliharaan. Dengan rata-rata pendapatan petambak 6 juta rupiah per siklus. Selain itu dengan *input cost* yang rendah budidaya dapat dilakukan dengan mudah oleh para petambak (Putra *et al.*, 2013). Dalam sebuah project pengembangan alternative budidaya di Laikang, Takalar, Sulawesi Selatan juga melaporkan bahwa dengan adanya lawi-lawi, petambak lebih bersemangat dalam mengelola tambaknya kembali sejak terpuruknya usaha udang windu akibat merebaknya virus sejak tahun 1990an (ACIAR, 2015).

Seperti halnya makro alga laut lainnya, lawi-lawi juga memiliki faktor-faktor pembatas dalam budidayanya. Sebagai biota yang hidup di dasar perairan laut, lawi-lawi tumbuh pada daerah tropis, menempati dasar yang berlumpur ataupun berpasir di perairan dangkal dan terlindungi serta dapat terdiri dari beragam morfologi dan variasi genetik (Paul *et al.*, 2013 dan McHugh, 2003). Diketahui bahwa species ini sensitive oleh beberapa faktor seperti salinitas, intensitas cahaya, suhu dan nutrisi di perairan (Chen *et al.*, 2019). Menurut Boyd dan

Mc Nevin 2015, kualitas perairan mempengaruhi organisme akuatik dimana *Caulerpa* sp. dapat hidup secara optimal pada salinitas antara 25-30 ppt serta suhu 25-30 °C (Chen *et al.*, 2019 dan Guo *et al.*, 2015).

Di Pulau Barrang Caddi dan pulau-pulau sekitarnya budidaya lawi-lawi disekitar perairan pantai belum pernah dilakukan. Kultur lawi-lawi berpotensi dilakukan oleh warga setempat untuk alternative mata pencaharian. Bibit dari alam dapat dikembangkan pada media tertentu seperti nampan atau trays dan ditempatkan pada perairan Pantai. Selanjutnya, pengukuran pertumbuhan lawi-lawi dalam trays perlu dilakukan untuk melihat potensi pengembangan budidaya species tersebut di perairan pantai. Dapat diharapkan bahwa dengan factor pembatas seperti salinitas, suhu, dan intensitas Cahaya yang relative sama, maka lawi-lawi yang ditempatkan dalam trays dapat tumbuh dengan baik dan mudah dalam proses pemanenan.

Untuk mendapatkan pertumbuhan yang baik media budidaya mesti berada pada kondisi optimal seperti salinitas pada kisaran 27–30 ppt, suhu diantara 25–30 °C, penetrasi cahaya hingga kedasar perairan (Lideman *et al.*, 2023). Kondisi optimal tersebut dapat berubah-ubah pada perairan terbuka seperti pada perairan pantai. Lain halnya dengan budidaya yang dapat dikontrol seperti pada tambak, pembudidaya dapat menanggulangi atau menyiasati kondisi lingkungan yang berubah-ubah sekaligus dapat membudidayakannya secara massal (Zubia *et al.*, 2020 dan Paul and de Nys, 2008).

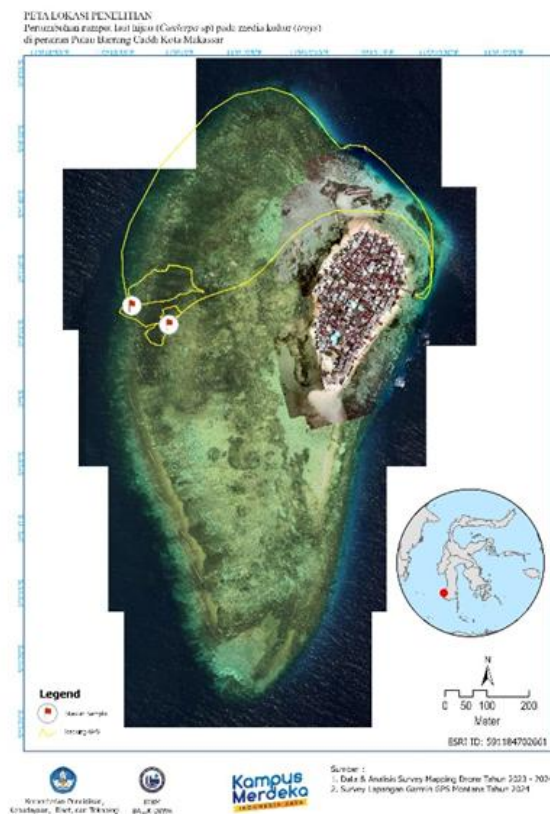
Dengan berbagai fakta yang telah diuraikan diatas maka diperlukan sebuah studi untuk menguji performa pertumbuhan anggur laut pada media budidaya seperti trays namun tetap pada perairan terbuka sehingga menjadi potensi alternative mata pencaharian bagi warga pulau. Studi ini akan melihat laju pertumbuhan dan biomassa pada anggur laut yang dibudidayakan dalam dua musim yang

berbeda yaitu musim kemarau dan musim hujan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan selama 4 bulan. Pengambilan data terbagi atas musim kemarau (Agustus dan September 2024) dan pada musim peralihan/penghujan (Oktober dan November 2024). Adapun lokasi penelitian dilaksanakan pada Pulau Barrang Caddi, Kota Makassar. (Gambar 1)



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

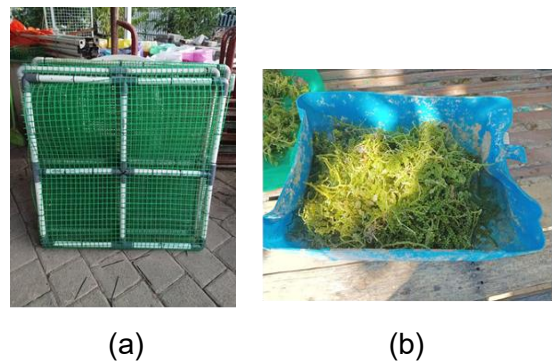
Prosedur Penelitian

Penelitian eksperimen lapangan dilakukan melalui beberapa tahapan penelitian yaitu: (1) Penentuan lokasi pengambilan bibit lawi-lawi berdasarkan lokasi tempat pengambilan lawi-lawi oleh masyarakat setempat. Kemudian penentuan lokasi penelitian stasiun penempatan media kultur (trays) berdasarkan kesesuaian parameter

kualitas air untuk rumput laut hijau (Tabel 1), (2) Penurunan atau pemasangan trays yang telah berisi lawi-lawi pada lokasi yang telah ditentukan, (3) Pengamatan pertumbuhan, (4) pengujian logam berat dari hasil panen lawi – lawi, dan (5) analisis data.

Alat dan Bahan

Media kultur ataupun tray terbuat dari bahan utama yaitu waring plastik berukuran 100x100 cm dan pipa PVC 1 inci sebanyak 4 unit. Waring plastic dan pipa PVC dikonstruksikan berbentuk bujur sangkar yang terbagi menjadi 4 kotak (Gambar 2). Alat penelitian yang digunakan terdiri dari alat selam dasar, GPS, *underwater camera*, pH meter, *handrefractometer*, pengukur suhu dan sabak sedangkan bahan penelitian yaitu lawi – lawi (*Caulerpa sp.*).



Gambar 2. Media kultur/tray (a); Bibit lawi-lawi (*Caulerpa sp.*) (b)

Metode Pengumpulan Data

Laju pertumbuhan spesifik atau LPS, bobot awal lawi – lawi akan diukur pada hari 1 dan pada hari ke 30 untuk setiap tray selama 2 bulan di musim kemarau dan 2 bulan musim hujan. Untuk memastikan keamanan konsumsi pangan data cemaran logam berat mengaju pada SNI ICS 67.220.20 meliputi arsen (As), cadmium (Cd), merkuri (Hg), timah (Sn), dan timbal (Pb) diambil saat panen pada setiap musim. Selain itu, data kualitas air seperti suhu, salinitas, pH, nitrat dan fosfat akan diambil secara berkala.

Analisis Data

Analisis data penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif yaitu data angka-angka yang telah dikumpulkan kemudian diolah dan disajikan secara deskriptif. Untuk penentuan stasiun penempatan maka data parameter oseanografi yang dikumpulkan kemudian dikomparasikan dengan baku mutu air untuk biota laut.

Tabel 1. Kisaran Optimal pertumbuhan *Caulerpa* sp. dan Rumput laut lainnya

Parameter	Kisaran	Sumber
Suhu	25 - 30°C	Chen <i>et al.</i> , 2019, Guo <i>et al.</i> , 2015
Salinitas	27 – 30 ppt	Chen <i>et al.</i> , 2019, Guo <i>et al.</i> , 2015
pH	7 - 9	Lideman <i>et al.</i> , 2023
Nitrat	0,7 – 3,2 mg/l	Selamat <i>et al.</i> , 2015
Fosfat	0,2 – 0,7 mg/l	Selamat <i>et al.</i> , 2015

Pertumbuhan lawi – lawi diukur pada setiap bulan masa pemeliharaan (30 hari) untuk melihat laju pertumbuhan spesifik (LPS)

(Zonneveld *et al.*, 1991). Adapun perhitungannya adalah:

$LPS = [(ln Wt - ln W0)/t] \times 100\%$, dimana:

LPS = Laju Pertumbuhan Spesifik (Specific Growth Rate)

Wt = Bobot rata – rata pada hari ke t (kg)

W0 = Bobot rata – rata pada hari 0 (kg)

t = lama pemeliharaan (hari)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan parameter kualitas perairan seperti suhu, salinitas dan pH, diketahui bahwa lokasi penelitian untuk budidaya lawi–lawi dapat dikatakan sesuai. Rata – rata suhu perairan selama penelitian adalah 29,32°C. Sementara Salinitas perairan pada angka 29,74 ppt dan rata – rata pH adalah 7,9 (Tabel 2). Adapun rata – rata kandungan Nitrat masuk dalam kisaran yang disyaratkan dalam budidaya rumput laut, yaitu 1,53 mg/l. Namun untuk data parameter Fosfat terbilang rendah dimana rata–rata nilai yang diperoleh hanya 0,03 mg/l.

Tabel 2. Hasil pengukuran parameter kualitas air

Parameter	Kisaran	Rata-rata hasil pengamatan	
		Agustus - Sept	Oktober - Nov
Suhu (°C)	25 – 30 ^{1,2}	29,32	29,1
Salinitas (ppt)	27 – 30 ^{1,2}	29,74	29,6
pH	7 – 9 ³	7,9	8
Nitrat(mg/l)	0,7 – 3,2 ⁴	1,53	1,6
Fosfat (mg/l)	0,2 – 0,7 ⁴	0,03	0,04

Sumber:

¹ Chen *et al.*, 2019.

² Guo *et al.*, 2015

³ Lideman *et al.*, 2023

⁴ Selamat *et al.*, 2015

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya beberapa faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut hijau seperti *Caulerpa* antara lain suhu, salinitas dan pH. Organisme laut ini dikatakan dapat tumbuh secara optimal apabila parameter Salinitas berada pada kisaran 27 – 30 ppt dan Suhu diantara 25 – 30 °C (Chen, 2019 dan Guo *et al.*,

2015). Sementara untuk parameter pH, Lideman *et al.*, 2023 menyatakan bahwa kisaran optimal pH untuk pertumbuhan adalah pada angka 8. Dari hasil yang diperoleh pada ketiga parameter perairan di Pulau Barrang Caddi, menunjukkan bahwa kondisi perairan dapat mendukung pertumbuhan *Caulerpa* sp.

Faktor lainnya yang krusial dalam pertumbuhan rumput laut adalah kondisi nutrisi pada perairan seperti nitrat dan fosfat (Chen *et al.*, 2019). Sebagai penyusun protein dan penyedia energi kedua nutrisi ini harus diperoleh rumput laut dalam perairan (Pauwah A, *et al.*, 2020). Dari pengamatan yang dilakukan rata-rata parameter nitrat adalah 1,53 mg/l. Nilai ini masih berada dalam kisaran kesesuaian pertumbuhan rumput laut menurut Selamat *et al.*, 2015. Sementara nilai fosfat pada daerah tersebut hanya sebesar 0,03 mg/l. Rendahnya nilai fosfat diduga karena tidak adanya akumulasi bahan – bahan organik yang terlarut yang masuk ke perairan. Diketahui bahwa Pulau Barrang Caddi berada jauh dari Kota Makassar yang memiliki beberapa muara sungai sehingga kurang mendapatkan bahan organik yang terbawa oleh aliran sungai. Fosfat biasanya berkonsentrasi di daerah pesisir dimana terdapat aliran sungai (Rompan, 2010). Selain itu, parameter nitrat dan fosfat dapat dijadikan sebagai indikator kesuburan perairan. Data nitrat dan fosfat yang diperoleh menunjukkan bahwa perairan tersebut masuk pada kategori mesotrofik dengan nilai kisaran nitrat 1 – 5 mg/l dan untuk nilai kisaran fosfat 0,01 – 0,03 mg/l.

Pertumbuhan lawi – lawi di lokasi penelitian selama bulan Agustus dan September (30 hari) menunjukkan

pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan bulan – bulan selanjutnya. Rata rata pertumbuhan pada setiap tray menunjukkan peningkatan dari bibit awal sebanyak 255,5 g menjadi 274,03 g (Tabel 3). Pada masa bulan September ke bulan Oktober, lawi – lawi tetap dapat tumbuh namun tidak sebanyak pada masa pemeliharaan di bulan sebelumnya. Sementara pada bulan selanjutnya pertumbuhan tidak terjadi karena bobot awal bibit lawi – lawi lebih besar dibandingkan bobot pada masa akhir tanam.

Laju pertumbuhan spesifik lawi – lawi pada masa tanam bulan Agustus hingga November 2024 menunjukkan hasil yang bervariasi. Persentase pertumbuhan harian tertinggi pada masa tanam di bulan Agustus – September di Pulau Barrang Caddi sebesar 0,53%/hari sementara LPS yang terendah adalah 0,10%/hari (Gambar 3). Laju pertumbuhan di lokasi penelitian menunjukkan adanya potensi budidaya lawi – lawi di lokasi yang berbeda dengan lokasi pengambilan bibit. Dibandingkan dengan hasil studi sebelumnya dimana laju pertumbuhan menggunakan tray pada dasar tambak berkisar antara 0,5% – 1,1%/hari (Lideman *et al.*, 2023). Walaupun lebih rendah laju pertumbuhan pada studi ini namun sudah mendekati nilai SGR pada lokasi yang jauh lebih terkontrol dan terlindung seperti di dalam tambak.

Tabel 3. Pertumbuhan lawi – lawi (g) dalam beberapa bulan masa pemeliharaan. Terhitung dari pertengahan bulan Agustus hingga November 2024. (Data rata-rata dan standar deviasi)

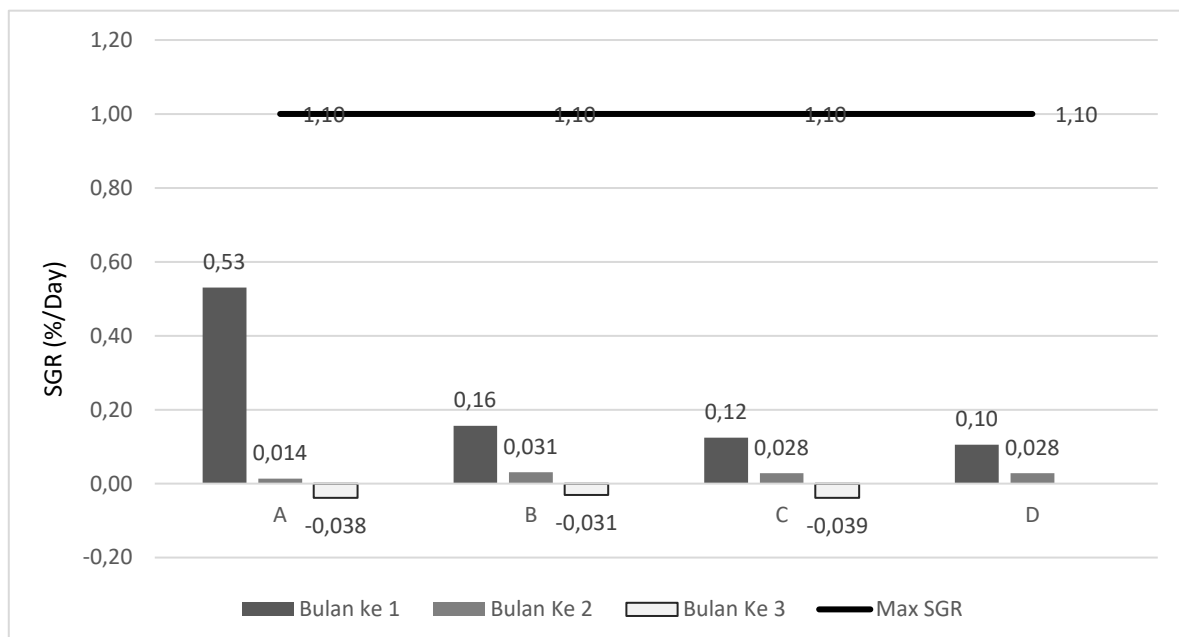
Awal/Akhir	Waktu Pemeliharaan			
	Agustus	September	Oktober	November
T0	255,5 ± 1,4	255,5 ± 1,4	263,6 ± 7,1	254,45 ± 1,6
T1		274,03 ± 14,1	265,6 ± 7,5	70,26 ± 41,4

Adapun laju pertumbuhan pada bulan peralihan antara Oktober ke bulan November tidak memberikan hasil yang baik. Data yang diperoleh tidak memperlihatkan hasil yang positif. Pertumbuhan harian yang terhitung pada

setiap tray adalah – 0,031%/hari hingga – 0,039%/hari. Hal ini disebabkan kondisi cuaca yang kurang menentu dimana terkadang tiupan angin sangat kencang sehingga terjadi ombak yang besar di lokasi penelitian. Ditemukan

bahwa semua tray berpindah tempat dan lawi – lawi menjadi berkurang akibat terpaan ombak yang besar. Kandungan logam berat yang dalam lawi – lawi jumlahnya sangat jauh dibawah standar nasional atau SNI. Standar kandungan logam berat pada produk makanan termasuk buah-buahan, sayuran, biji-bijian atau produk sereal dan rumput laut. Hasil studi

menunjukkan bahwa seluruh kandungan metal seperti Arsen (As), Cadmium (Cd), Raksa (Hg), Stannum (Sn) dan Timbal (Pb) tidak menunjukkan jumlah diatas ataupun mendekati angka yang menjadi batas kandungan logam berat pada bahan pangan ataupun produk makanan.



Keterangan: Laju pertumbuhan spesifik (LPS) pada setiap tray (A, B, C dan D) pada setiap bulan masa tanam. Garis horizontal merupakan hasil penelitian sebelumnya untuk SGR lawi – lawi yang dipelihara di tambak.

Gambar. 3. Laju Pertumbuhan Spesifik (LPS)

Nilai tertinggi dari hasil uji kandungan logam berat adalah As yaitu 0,177 µg/g dan Sn 0,01 µg/g. Ke tiga unsur logam lainnya seperti Cd, Hg, dan Pb memiliki nilai yang sangat kecil dan jauh dibawah SNI yang disyaratkan. Nilai kandungan logam berat hasil uji laboratorium menggunakan unit µg/g sementara berdasarkan SNI menggunakan unit mg/Kg, sehingga jika dikonversi dari µg/g ke mg/Kg

akan menghasilkan nilai yang sangat jauh dibawah standar nasional (Tabel 4). Selain itu, hasil ini jauh lebih kecil dibandingkan dengan hasil studi lainnya. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kandungan logam berat lawi – lawi di Pulau Barrang Candi tidak terdeteksi secara signifikan. Oleh karenanya bahan pangan lawi – lawi tersebut sangat aman untuk dikonsumsi.

Tabel 4. Kandungan logam berat pada sampel lawi – lawi di Pulau Barrang Caddi

Logam Berat	BSN Limit (mg/Kg)	Shane et al., 2016 (mg/kg)	Farizky et al., 2022 (mg/kg)	Hasil Penelitian (µg/g)
Arsen (As)	1,0	0,70	0,23	0,1771
Cadmium (Cd)	0,2	-	0,01	<0,00003
Raksa (Hg)	0,03	-	-	<0,00003
Stannum (Sn)	40	-	-	0,0142
Timbal (Pb)	0,5	0,35	0,09	<0,0001

Menurut sebuah studi potensi kandungan logam berat bisa terakumulasi pada daerah tambak dengan jenis tanah dengan kandungan sulfat masam yang tinggi atau acidic sulfate soils (Perryman *et al.*, 2016). Sementara di Pulau Barrang Caddi tidak terdapat jenis tanah yang acid karena berada jauh dari daratan utama dan dikelilingi oleh pantai berpasir dan sebagian dengan tutupan karang. Hasil studi lainnya menunjukkan bahwa *Caulerpa racemosa* yang di pelihara pada tambak di daerah Lamongan, Jawa Timur mengandung logam berat seperti As (0,23 mg/kg), Cd (0,01/mg/kg) dan Pb (0,09 mg/kg) yang juga terakumulasi pada air dan tanah (Farizky *et al.*, 2022). Sementara uji logam berat sample *Caulerpa* di daerah Laikang Sulawesi Selatan terdapat kandungan logam berat As dan Pb masing – masing 0,70 mg/kg dan 0,35 mg/kg. Studi yang dilakukan di Pulau Barrang Caddi ini menunjukkan kandungan logam berat pada lawi – lawi yang dibudidayakan diperairan laut memiliki kandungan logam berat jauh dibawah standar nasional dibandingkan dengan yang dibudidayakan pada tambak.

KESIMPULAN

Parameter kualitas air sesuai dengan kebutuhan baku mutu air laut yang dapat mendukung pertumbuhan *Caulerpa* sp. atau lawi - lawi. Laju pertumbuhan spesifik/harian (SGR) pada masa musim kemarau yaitu Agustus – September memiliki pertumbuhan yang cukup baik dan mendekati laju pertumbuhan harian pada budidaya tambak.

Sementara pada masa tanam di musim peralihan Oktober – November dimana cuaca cenderung ekstrim dengan tiupan angin dan ombak yang besar pertumbuhan cenderung menurun. Adapun kandungan logam berat pada sample lawi – lawi yang dibudidayakan menunjukkan kandungan yang sangat kecil dibawah SNI dan dari beberapa hasil studi lainnya. Hal ini menunjukkan lawi – lawi yang dibudidayakan di Pulau Barrang Caddi sangat aman untuk dijadikan bahan pangan dan produk makanan. Saran dari hasil studi ini adalah perlunya dilakukan penelitian budidaya lawi – lawi di bagian darat dekat pantai Pulau Barrang Caddi dengan menggunakan *system* bak ataupun *raceway*. Dengan cara ini budidaya lawi – lawi dapat terhindar dari kondisi cuaca yang ekstrim dan tidak menentu pada bulan – bulan di akhir tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Australian Centre of International Agriculture Research (ACIAR) (2015). Diversification of smallholder coastal aquaculture in Indonesia. Final Report.
- Bocanegra, A., Bastida, S., Benedi, J., Rodenas, S., & Sanchez-Muniz, F. J. (2009). Characteristics and nutritional and cardiovascular-health properties of seaweeds. *Journal of medicinal food*, 12(2), 236-258.
- Boyd, C. E., & Mc Nevin, A. A. (2015). *Aquaculture, Resource Use, and the Environment*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Chen X, Sun Y, Liu H, Liu S, Qin Y, Li P (2019) *Advances in cultivation, wastewater*

- treatment application, bioactive components of *Caulerpa lentillifera* and their biotechnological applications. PeerJ e6118.
- Chen, X., Sun, Y., Liu, H., Liu, S., Qin, Y., & Li, P. (2019). Advances in cultivation, wastewater treatment application, bioactive components of *Caulerpa lentillifera* and their biotechnological applications. PeerJ, 2019(1), 1–15.
- Farizky, C. K., Fitriani, M., Hidayati, N. V., Rahardja, B. S., & Andriyono, S. (2022). Studi Bioakumulasi Logam Berat (Pb, Cd, DAN As) Pada Rumput Laut (*Caulerpa racemosa*) Dari Tambak Tradisional Di Brondong, Lamongan. *Jurnal Perikanan Unram*, 12(4), 722-733.
- Guo, H., Sun, Z., & Duan, D. (2015). Effect of temperature, irradiance on the growth of the green alga *Caulerpa lentillifera* (Bryopsidophyceae, Chlorophyta). *J. Appl. Phycol.*, 24, 879–885.
- Lako, J. V. (2012). Value adding and supply chain development for fisheries and aquaculture products in Fiji, Samoa and Tonga: seagrapes post-harvest and value addition in Fiji: progress report: Institute of Marine Resources, FSTE, USP
- Lideman, Hasbullah, D., & Anggadiredja, J. T. (2023). Prosedur Operasional Budidaya Rumput Laut Jenis Anggur Laut. Quality and Standard Program (GQSP) Indonesia.
- McHugh, D. J. (2003). A guide to the seaweed industry. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Perryman, S. E., Lapong, I., Mustafa, A., Sabang, R., & Rimmer, M. A. (2017). Potential of metal contamination to affect the food safety of seaweed (*Caulerpa* spp.) cultured in coastal ponds in Sulawesi, Indonesia. *Aquaculture Reports*, 5, 27-33.
- Paul, S., Nicholas, A., Tseng, C. K., & Borowitzka, M. (2013). Seaweed and microalgae. *Aquaculture*, Second edition, 268-293.
- Paul NA, de Nys R (2008) Promise and pitfalls of locally abundant seaweeds as biofilters for integrated aquaculture. *Aquaculture* 281: 49–55.
- Pauwah A, M. Irfan, dan Fatma Muchdar. 2020. Analisis Kandungan Nitrat Dan Fosfat Untuk Mendukung Pertumbuhan Rumput Laut *Kappahycus alvarezii* Yang Dibudidayakan Dengan Metode Longline Di Perairan Kastela Kecamatan Pulau Ternate Kota Ternate. *Jurnal Hemyscyllium* Vol. 1 no 1: 10-22. Program Studi Budidaya Perairan. Universitas Khairun Ternate.
- Putra, N. S., Lapong, I., Rimmer, M. A., & Raharjo, S. (2013). *Caulerpa* culture in South Sulawesi-an alternative for brackishwater pond culture. *Aqua Culture Asia Pacific*, 9(1), 44-45.
- Rompan, R. M. (2010). Toksikologi Kelautan. Jakarta: Toksikologi Kelautan. Walaw Bengkulu.
- Selamat, M. B., Samawi, Z., Zainuddin, M. F., & Massinai, A. (2015). Aplikasi sistem informasi geografis dan penginderaan jauh satelit untuk evaluasi pemanfaatan ruang budidaya rumput. *Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan II*, 164-73.
- Zonneveld, N., Huisman, E. A., & Boon, J. H. (1991). *Prinsip-prinsip budidaya ikan*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Zubia, M., Draisma, S. G., Morrissey, K. L., Varela-Álvarez, E., & De Clerck, O. (2020). Concise review of the genus *Caulerpa* JV Lamouroux. *Journal of Applied Phycology*, 32, 23-39.