

ANALISIS MORFOGENETIK DAN KUALITAS RUMPUT LAUT *Gracilaria* sp. BUDIDAYA SISTEM POLIKULTUR DI TAMBAK

PUSTIKA RATNAWATI



**PROGRAM MAGISTER ILMU AKUAKULTUR
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul "Analisis morfogenetik dan kualitas rumput laut *Gracilaria* sp. budidaya sistem polikultur di tambak" adalah karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2024

Pustika Ratnawati
C1501211025

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

PUSTIKA RATNAWATI. Analisis Morfogenetik dan Kualitas Rumput Laut *Gracilaria* sp. Budidaya Sistem Polikultur di Tambak. Dibimbing oleh DINAR TRI SOELISTYOWATI, ALIMUDDIN, ANDI PARENRENGI.

Pengembangan rumput laut *Gracilaria* sp. di Indonesia secara umum dilakukan dengan budidaya sistem tambak. Faktor lingkungan seperti salinitas, suhu, nutrisi, musim, pencahayaan dan perbedaan topografi dapat mempengaruhi variasi morfologi serta kualitas *Gracilaria* sp. Perbedaan lingkungan budidaya terbukti mempengaruhi kualitas pada beberapa varian *Gracilaria*. Kelompok *Gracilaria* memiliki tingkat plastisitas yang cukup tinggi terhadap perubahan kondisi lingkungan. Kepastian identitas spesies perlu divalidasi dengan analisis molekuler serta kajian terhadap faktor lingkungan yang mempengaruhi variasi morfologi dan kualitas rumput laut yang dibudidayakan, terutama di sentra produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi morfogenetik rumput laut varian *Gracilaria* sp. yang dibudidaya secara polikultur di tambak serta mengevaluasi pengaruh lingkungan budidaya yang berbeda terhadap respons morfologi dan kualitas rendemen di Provinsi Sulawesi Selatan dan Jawa Timur.

Lokasi penelitian dilakukan di wilayah Provinsi Jawa Timur (Surabaya, Sidoarjo, Pamekasan) dan Provinsi Sulawesi Selatan (Maros, Takalar, Jeneponto). Desain penelitian menggunakan non-eksperimental dengan melakukan observasi di tambak polikultur *Gracilaria* sp. dan budidaya di perairan laut Takalar sebagai pembandingan. Pengamatan dilakukan secara langsung yang meliputi : profil budidaya dengan wawancara bersama petani (sistem budidaya, sumber bibit, waktu budidaya, panen, nilai produksi), performa rumput laut (morfologi, status genetik), karakteristik lokasi (kualitas fisika perairan dan cuaca). Analisis kualitas rumput laut dan kimia perairan dilakukan di laboratorium. Setiap data dilakukan pengambilan secara acak sebanyak 3-5 ulangan per lokasi selanjutnya data yang dikumpulkan dianalisa secara kualitatif dan kuantitatif.

Analisis morfogenetik dan kualitas rumput laut yang dilakukan meliputi : 1) identifikasi spesies secara molekuler dengan penandaan gen COI; 2) pengukuran morfometrik yaitu panjang talus utama (PTP), panjang talus sekunder (PTS), panjang talus tersier (PTT), jarak antar talus sekunder (ITS), jarak antar talus tersier (ITT), jumlah talus sekunder (JTS) dan jumlah talus tersier (JTT) dan warna; 3) kualitas berdasarkan pedoman Standar Nasional Indonesia (SNI) dan FAO yaitu kadar air (%), *impurities* (%), *clean anhydrous weed* (%), rendemen agar (%), kekuatan gel (g/cm²), dan viskositas (cP); serta analisis parameter lingkungan yang meliputi suhu air (°C), salinitas (g/L), pH, nitrat (mg/L), fosfat (mg/L), suhu udara (°C), durasi sinar matahari (jam/hari), curah hujan (mm), dan pasang surut (m).

Hasil identifikasi genetik spesies rumput laut yang dibudidaya secara polikultur di tambak dan di laut mengacu pada data GenBank menunjukkan *G. changii* dengan nilai kemiripan 99,8-100% (GenBank *accession number*: OP669397). Berdasarkan analisis komposisi nukleotida menunjukkan terdapat satu perbedaan basa antara *G. changii* dari budidaya tambak (haplotipe 1) dan laut (haplotipe 2) dengan perbedaan similaritas 0,002 sehingga terbentuk 2 kelompok. Analisis karakter morfologi menggunakan metode *Ward's Minimum Variance Cluster* (nilai 0,776) mengelompokkan *G. changii* budidaya di laut (Takalar, Sulawesi Selatan) terpisah dengan kelompok *G. changii* asal tambak dari Jawa Timur (Pamekasan, Surabaya, dan Sidoarjo) dan dari Sulawesi Selatan (Jeneponto,



Maros, dan Takalar). Secara morfologi semua varian *G. changii* hasil budidaya di tambak dan di laut memiliki tipe percabangan yang sama yaitu dichotomous. Panjang talus primer dan sekunder serta jumlah talus tersier menjadi faktor pembeda pada ketiga populasi tersebut, dimana panjang talus primer dan sekunder yang berasal dari tambak polikultur lebih pendek jika dibandingkan budidaya laut Takalar sedangkan untuk variasi warna talus hasil budidaya tambak didominasi oleh warna kecoklatan dan laut berwarna kehijauan.

Perbedaan geografis dan variasi cuaca mempengaruhi lingkungan budidaya, dimana durasi penyinaran berpengaruh terhadap curah hujan dan suhu udara ($p<0,05$; $r<0,5$) yang berkorelasi terhadap suhu air dan salinitas ($p<0,01$; $r>0,5$). sehingga berpengaruh terhadap peningkatan nutrisi perairan seperti nitrat dan fosfat ($p<0,01$; $r>0,5$). Tambak di Jawa Timur berada dalam kisaran optimum (suhu, salinitas, dan nitrat) yang mendukung pertumbuhan *Gracilaria* dibandingkan tambak di Sulawesi Selatan. *G. changii* dari tambak di Jawa Timur secara morfologi memiliki talus yang lebih panjang dengan percabangan yang rimbun dibandingkan hasil tambak di Sulawesi Selatan. Pada penelitian ini terlihat bahwa suhu, salinitas, dan nitrat berkontribusi ($p<0,01$; $r>0,5$) terhadap perbedaan fenotip terutama pada panjang talus primer dan jumlah cabang talus sekunder hasil tambak.

Penilaian kualitas rumput laut kering menunjukkan bahwa sampel *G. changii* dari budidaya tambak memenuhi standar SNI 2690:2015, SNI 1998, dan FAO 1987 kecuali untuk rendemen, impurities dan kadar air, sedangkan hasil budidaya laut memenuhi dari keseluruhan standar. Kualitas rendemen agar *G. changii* pada semua populasi hasil budidaya di tambak dan di laut di Takalar berkisar 8,9-17,6 % yang masih tergolong rendah. Tambak Jawa Timur menunjukkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan tambak di Takalar dan Maros, sedangkan tambak Jeneponto yang mendekati hasil tambak di Pamekasan ($16,2\pm0,8\%$; $p<0,05$). Hal ini diduga karena kombinasi kondisi hiposalinitas dan rendahnya nitrat fosfat tambak Jeneponto mempengaruhi pola adaptif dan sintesis polisakarida. Nilai impurities hasil budidaya tambak lebih tinggi (3–8,6%) dibandingkan budidaya laut (1,6%) karena masih banyaknya kotoran yang menempel pada talus pada saat panen dan rendahnya penggunaan wadah pengeringan seperti jaring para-para. Hasil pencatatan potensi produksi *G. changii* di tambak masih lebih rendah dibandingkan budidaya laut (9,1-10,6 ton/ha/tahun), meskipun nilai rendemen tambak Pamekasan lebih tinggi (1,4-1,7 ton/ha/tahun).

Berdasarkan hasil penelitian ini perbedaan suhu, salinitas dan nitrat lingkungan budidaya memberikan pengaruh terhadap variasi morfologi dan kualitas *G. changii*. Kondisi lingkungan optimum tambak di Jawa Timur berkontribusi pada peningkatan kualitas rumput laut yang secara morfologi dapat dicirikan memiliki talus yang lebih panjang dengan percabangan rimbun. Informasi kondisi lingkungan budidaya yang sesuai dengan pertumbuhan dan peningkatan kualitas dari berbagai sumber ini bisa menjadi *database* dalam peningkatan produksi rumput laut *G. changii* di Indonesia. Pola budidaya berbasis informasi cuaca geografis dapat menjadi dasar dalam pengembangan wilayah baru yang potensial untuk budidaya *G. changii*. Penggunaan varian *G. changii* yang terkonfirmasi unggul secara genetik dapat digunakan sebagai sumber genetik untuk pemuliaan bibit unggul yang berkontribusi pada kualitas ekspor

Kata Kunci: genetik, *Gracilaria changii*, kualitas, morfologi, tambak

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

SUMMARY

PUSTIKA RATNAWATI. Analysis of Morphogenetic and Quality of *Gracilaria* sp. Cultivation from Polyculture Systems in Ponds. Supervised by DINAR TRI SOELISTYOWATI, ALIMUDDIN, ANDI PARENRENGI.

Development of seaweed *Gracilaria* sp. in Indonesia dominated by cultivation in ponds. Environmental factors such as salinity, temperature, nutrients, season, irradiance and topography can affect morphological and quality variations of *Gracilaria* sp. Differences in the cultivation environment have been proven to affect the quality of several *Gracilaria*. *Gracilaria* sp. has a high level of morphological plasticity to changes in environmental conditions. Therefore, it is essential to use molecular analysis to accurately identify species. It is important to conduct studies on environmental factors that influence the morphological variation and quality of cultivated seaweed in high-production areas. This study aims to investigate the effects of different environments and cultivation methods in *Gracilaria* sp. and evaluate different responses, especially in morphological and quality variations in the Provinces of South Sulawesi and East Java.

The locations were East Java Province (Surabaya, Sidoarjo, Pamekasan District) and South Sulawesi Province (Maros, Takalar, and Jeneponto). The research design used a non-experimental observational model where data collection was carried out in *Gracilaria* sp. polyculture ponds, as a comparison *Gracilaria* sp. taken from Takalar marine culture. Observations were carried out directly in the field include : Profile area from interviews with farmers (culture technique, source of seeds, time of culture, harvesting, production value), performance of seaweed (morphology, genetic status), characteristic of farm area (physical quality of waters and weather). Analysis of quality and chemical of water was observed in laboratory. The sampling technique uses a simple random method with 3-5 replications per location and the data collected was analyzed qualitatively and quantitatively.

Morphogenetic analysis and quality of seaweed include: 1) species identification with molecular methode using COI gene; 2) morphometric measurements including length of the primary axis (PTL), length of the secondary branches (STL), length of the tertiary branches (TTL), distance between secondary branches (STI), distance between tertiary branches (TTI), number of secondary branches (NST) and the number of tertiary branches (NTT) and color variation; 3) quality measurement based on Indonesian National Standard (SNI) and FAO included moisture content, impurities (%), clean anhydrous weed (%), agar yield (%), gel strength (g/cm²), and viscosity (cP); 4) environmental parameters: water temperature (°C), salinity (g/L), pH, nitrate (mg/L), phosphate (mg/L), air temperature (°C), irradiance (hours/day), rainfall (mm), and tides (m).

The result showed that samples from pond and marine culture based on GenBank closely were *G. changii* with similarity 99,8-100% (GenBank accession number: OP669397). Based on nucleotide composition analysis, there was one base difference between *G. changii* from pond (haplotype 1) and marine culture (haplotype 2) with a similarity difference of 0.002, thus forming 2 groups. Morphological clustering using the Ward's Minimum Variance Cluster method (value 0.776) groups *G. changii* cultivated in the marine (Takalar, South Sulawesi) separately from the *G. changii* group from ponds East Java Ponds (Pamekasan, Surabaya, and Sidoarjo) and South Sulawesi (Jeneponto, Maros, and Takalar). Morphologically, all samples from n ponds and marine have the same type of



branching, namely dichotomous. The length of primary and secondary thallus and the number of tertiary thallus are the distinguishing factors in the three populations, where the length of primary and secondary thallus from polyculture ponds is shorter when compared to Takalar marine culture, while for the variation in thallus color from pond is dominated by brownish color and greenish from marine culture .

Geographical differences and weather variations affect the cultivation environment, where the duration of irradiation affects rainfall and air temperature ($p<0.05$; $r<0.5$) which correlates with water temperature and salinity ($p<0.01$; $r>0.5$). so that it affects the increase of nutrients such as nitrates and phosphate ($p<0.01$; $r>0.5$). Ponds in East Java are in the optimum level (temperature, salinity, and nitrate) which supports the growth of *Gracilaria* compared to ponds in South Sulawesi. *G. changii* from ponds in East Java morphologically has a longer thallus with more branching than pond in South Sulawesi. In this study, it was seen that temperature, salinity, and nitrate contributed ($p<0.01$; $r>0.5$) to the phenotypic differences, especially in the length of the primary thallus and the number of secondary thallus branches in the pond.

The quality assessment of dried seaweed showed that *G. changii* samples from pond have the standards of SNI 2690:2015, SNI 1998, and FAO 1987 except for yield, impurities and moisture content, while the marine culture products get the overall standards. The quality of the yield of *G. changii* agar in all populations cultivated in ponds and in the marine in Takalar ranges from 8.9-17.6%, which is still relatively low. East Java ponds showed higher yields than ponds in Takalar and Maros, while Jenepono ponds were close to yields from Pamekasan ($16.2\pm0.8\%$; $p<0.05$). This is suspected because the combination of hyposolinity conditions and low nitrate phosphate in Jenepono ponds affects the adaptive pattern and polysaccharide synthesis. The impurities value of pond products is higher (3–8.6%) than marine culture (1.6%) due to the large amount of manure that sticks to the thallus at harvest time and the low use of drying such as para-para nets. The results of the production potential of *G. changii* in ponds are still lower than that of marine culture (9.1-10.6 tons/ha/year), although the yield value of Pamekasan ponds is higher (1.4-1.7 tons/ha/year).

Based on this study, differences in temperature, salinity and nitrate of the cultivation environment have an influence on the morphological variation and quality of *G. changii*. The optimum environmental conditions of ponds in East Java contribute to the improvement of the quality of seaweed which can be morphologically characterized as having a longer thallus with more branching. Information on cultivation environmental conditions that are in accordance with the growth and quality improvement from various sources can be a database in increasing the production of *G. changii* in Indonesia. Cultivation patterns based on geographic weather information can be the basis for the development of potential new regions for cultivation. *G. changii*. The use of genetically superior *G. changii* variants can be used as a genetic source for breeding superior seedlings that contribute to export quality

Keywords: genetic, *Gracilaria changii*, morphology, pond, quality



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ANALISIS MORFOGENETIK DAN KUALITAS RUMPUT LAUT *Gracilaria* sp. BUDIDAYA SISTEM POLIKULTUR DI TAMBAK

PUSTIKA RATNAWATI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Ilmu Akuakultur

**PROGRAM MAGISTER ILMU AKUAKULTUR
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1. Prof. Dr. Ir. Dedi Jusadi, M.Sc
2. Dr. Sri Nuryati, S.Pi., M.Si

Judul Tesis : Analisis Morfogenetik dan Kualitas Rumput Laut *Gracilaria* sp.
Budidaya Sistem Polikultur di Tambak
Nama : Pustika Ratnawati
NIM : C1501211025

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Dinar Tri Soelistyowati, DEA.



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Alimuddin, S.Pi., M.Sc.



Pembimbing 2:
Dr. Ir. Andi Parenrengi, M.Sc.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Widanarni, M.Si.
NIP 196709271994032001



Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:
Prof. Dr. Ir. Fredinan Yulianda, M.Sc.
NIP 196307311988031002



Tanggal Ujian :
19 Juli 2024

Tanggal Lulus :



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Yang Maha Esa atas segala kasih, karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis pada program magister ini dengan judul " Analisis Morfogenetik dan Kualitas Rumput Laut *Gracilaria* sp. Budidaya Sistem Polikultur di Tambak ". Terima kasih penulis ucapkan kepada ibu Dr. Dinar Tri Soelistyowati, DEA selaku ketua komisi pembimbing, bapak Prof. Dr. Alimuddin, S.Pi., M.Sc., dan bapak Dr. Ir. Andi Parenrengi, M.Sc. selaku anggota komisi pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu dan pikiran dalam membimbing dan memberi saran.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada kedua orang tua dan keluarga atas doa dan dukungan. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Pusat Pendidikan, Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia, Kementerian Kelautan dan Perikanan untuk beasiswa pendidikan tahun 2021, Loka Riset Budidaya Rumput Laut, Balai Riset Perikanan Air Payau dan Penyuluh Perikanan, serta PT. Sutracco untuk dukungan fasilitas penelitian dan pendampingan di lokasi budidaya. Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada seluruh sahabat dan rekan dari Ilmu Akuakultur angkatan 2021 beserta semua pihak yang telah terlibat dalam penulisan tesis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan khususnya dalam perikanan budidaya.

Bogor, Juli 2024

Pustika Ratnawati



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II. METODE	5
2.1 Waktu dan Tempat	5
2.2 Rancangan Penelitian	5
2.3 Materi Uji	5
2.4 Prosedur Penelitian	6
2.5 Parameter Uji	8
2.6 Analisis Data	9
III. HASIL DAN PEMBAHASAN	11
3.1 Hasil	11
3.2 Pembahasan	22
IV. SIMPULAN DAN SARAN	25
4.1 Simpulan	25
4.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	33
RIWAYAT HIDUP	41



DAFTAR TABEL

1	Profil budidaya <i>Gracilaria</i> sp. di Provinsi Jawa Timur dan Sulawesi Selatan	11
	Identifikasi molekular sampel <i>G. changii</i> hasil budidaya sistme polikultur di tambak menggunakan gen COI	12
	Karakteristik morfometrik <i>G. changii</i> budidaya sistem polikultur di tambak asal Provinsi Jawa Timur dan Sulawesi Selatan	15
	Kualitas rumput laut <i>G. changii</i> budidaya sistem polikultur di tambak asal Provinsi Jawa Timur dan Sulawesi Selatan	16
	Potensi produksi budidaya dan rendemen agar <i>G. changii</i> budidaya sistem polikultur di tambak asal Provinsi Jawa Timur dan Sulawesi Selatan	17
	Kualitas air pada budidaya <i>G. changii</i> sistem polikultur di tambak	17

DAFTAR GAMBAR

1	Lokasi pengambilan sampel <i>Gracilaria</i> sp. (1: Takalar laut (lokasi pembeding); 2 : Maros; 3: Takalar 4 : Jenepono; 5 ; Surabaya; 6: Sidoarjo; 7: Pamekasan)	5
2	Pengukuran karakter morfologi meliputi: PTP = panjang talus utama, PTS = panjang talus sekunder, PTT = panjang talus tersier, ITS = jarak antar talus sekunder, ITT= jarak antar talus tersier, JTS= jumlah talus sekunder, JTT= jumlah talus tersier (a), identifikasi warna talus (b)	7
3	Pohon filogenetik <i>maximum-likelihood</i> rumput laut <i>Gracilaria</i> sp. budidaya sistem polikultur di tambak berdasarkan sekuen COI dari beberapa varian <i>Gracilaria</i> .	12
4	Perbedaan haplotipe (a) dan total asam amino (b) pada sampel <i>G. changii</i> asal tambak polikultur dan laut.	13
5	Klasifikasi <i>G. changii</i> asal tambak polikultur dan laut berdasarkan parameter morfometrik	14
6	Analisis warna pada rumpun <i>G. changii</i> yang berasal dari budidaya polikultur di tambak dan laut. Kotak kecil menunjukkan variasi warna pada rumpun.	14
7	Profil cuaca berdasarkan data stasiun Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) pada bulan November 2022-Desember 2023 yang meliputi : durasi penyinaran (a), curah hujan (b), dan suhu udara (c) di wilayah Jenepono, Takalar, Maros, Sidoarjo, Surabaya, dan Pamekasan	18
8	Korelasi pearson pada faktor lingkungan dan performa <i>G. changii</i> . PTP = panjang talus utama, PTS = panjang talus sekunder, PTT: panjang talus	

tersier, ITS: jarak antar talus sekunder, ITT: jarak antar talus tersier, JTS: jumlah talus sekunder, JTT: jumlah talus tersier. 19

- 9 Analisis PCA-Biplot parameter lingkungan antar lokasi budidaya *G. changii* di tambak dan di laut 20
- 10 Analisis PCA-Biplot karakteristik morfologi *G. changii* berbeda lokasi budidaya di tambak dan di laut. PTP: panjang talus utama, PTS: panjang talus sekunder, PTT: panjang talus tersier, ITS: jarak antar talus sekunder, ITT: jarak antar talus tersier, JTS: jumlah talus sekunder, JTT: jumlah talus tersier. 21
- 11 Analisis PCA-Biplot parameter kualitas rumput laut kering *G. changii* antar dengan lokasi budidaya ditambak dan di laut 21

DAFTAR LAMPIRAN

- 1 Konfirmasi hasil pcr dari sampel *G. changii* dengan marka gen COI 34
- 2 Rumput laut kering *G. changii* hasil budidaya tambak dan laut 34
- 3 Jarak genetik rumput laut *G. changii* antara populasi tambak dan laut 34
- 4 Analisa statistik untuk parameter kualitas rumput laut kering *G. changii* meliputi: analisis statistik deskriptif (a), one-way anova (b), uji lanjut *Duncan* (c) 35