



Adaptive Responses of Seaweed Farmers to Seasonal Shifts: *Species Diversification to Support Production and Income Sustainability in Takalar Regency*

(Respons Adaptif Pembudidaya Rumput Laut terhadap Pergeseran Musim : Diversifikasi Jenis Rumput Laut untuk Mendukung Keberlanjutan Produksi dan Pendapatan di Kabupaten Takalar)

Kasri ^{1✉}, Aris Baso ¹, Ahmad Faizal ², M. Irham Ilyas ¹, Hamzah Tahang ¹, Amiluddin ¹ dan Ely Sarah ¹

¹ Program Studi Agribisnis Perikanan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia.

² Program Studi Ilmu Kelautan, Departemen Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin Makassar, Indonesia.

Email: kasri@unhas.ac.id

Article Info:

Received : 4 Okt. 2025

Accepted : 28 Okt. 2025

Online : 29 Okt. 2025

Article type :

<input type="checkbox"/>	Review Article
<input type="checkbox"/>	Common Serv. Article
<input checked="" type="checkbox"/>	Research Article

Keyword :

Seaweed, Season, Cultivator, Production, Income.

Corresponding Author :

Kasri

Universitas Hasanuddin,
Makassar, Indonesia

Email : kasri@unhas.ac.id

Abstract

This study aims to analyze the adaptive responses of farmers to seasonal shifts, focusing on seaweed diversification as a strategy for sustainable production and income. The study was conducted from July to October 2025 in Punaga Village, Laikang District, Takalar Regency, South Sulawesi. This study used a mixed methods approach, combining quantitative and qualitative analysis to obtain a comprehensive understanding of the adaptive responses of farmers. Sampling was conducted using purposive sampling with a total of 50 respondents. The data collected consisted of primary and secondary data. The data analysis used was descriptive analysis. The results showed that diversification from *Kappaphycus alvarezii* (cottoni) to *Eucheuma denticulatum* (spinosum) during the rainy season was the main adaptive strategy used by farmers. The implementation of the seaweed species diversification strategy by cultivating *Eucheuma denticulatum* (spinosum) from December to March brought about significant economic changes. Based on the calculations, spinosum generated revenue of IDR 5,878,000 per cycle, with operating costs of IDR 2,837,560, resulting in a net income of IDR 3,040,440 per cycle. Although the income per cycle is lower than that of cottoni (IDR 3,844,640 per cycle), this diversification provides three additional production cycles per year that did not exist before. This implies that farmers now have the opportunity to earn an additional income of around IDR 9,121,320 per year from spinosum cultivation, in addition to the income from cottoni cultivation, which continues during the dry season.



Copyright©2025, Kasri, Aris Baso, Ahmad Faizal , M. Irham Ilyas, Hamzah Tahang, Amiluddin, Ely Sarah

I. PENDAHULUAN

Budidaya rumput laut merupakan salah satu sektor penting dalam ekonomi pesisir baik secara global maupun nasional (Neilson & Wright, 2017). Komoditas ini berperan strategis dalam

mendukung ketahanan pangan, penyediaan bahan baku industri, serta sebagai sumber mata pencaharian utama masyarakat pesisir di berbagai negara tropis dan subtropis (FAO, 2022; Tahang et

al., 2019; Kasri, 2022). Secara global, produksi rumput laut terus mengalami peningkatan, dengan negara-negara Asia seperti Indonesia, Tiongkok, dan Filipina menyumbang lebih dari 90% total produksi dunia (FAO, 2023). Indonesia merupakan salah satu produsen utama, dengan produksi lebih dari 9 juta ton per tahun yang didominasi oleh jenis *Kappaphycus alvarezii* dan *Eucheuma denticulatum* (Y. N. Kumar et al., 2020; Valderrama et al., 2015) (KKP, 2022). Selain memberikan kontribusi besar terhadap devisa negara melalui ekspor karaginan, sektor ini juga menjadi tulang punggung ekonomi rumah tangga pesisir, khususnya di wilayah Indonesia bagian timur seperti Sulawesi Selatan (Largo et al., 2017; Tahiluddin & Terzi, 2021).

Produktivitas budidaya rumput laut sangat rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan yang dipengaruhi oleh pergeseran musim dan perubahan iklim (Erlania & Radiarta, 2014). Variabilitas suhu, curah hujan ekstrem, perubahan arus, dan meningkatnya kejadian cuaca ekstrem sering menyebabkan penurunan pertumbuhan, kualitas talus, serta munculnya penyakit seperti ice-ice. (Sangkia, 2020) Di Indonesia, musim barat sering menjadi periode kritis karena gelombang tinggi dan penurunan salinitas dapat mengakibatkan kegagalan panen secara luas. Ketergantungan pembudidaya pada satu jenis rumput laut, umumnya *K. alvarezii*, memperbesar kerentanan terhadap fluktuasi iklim, terutama bagi rumah tangga pesisir dengan kapasitas adaptasi terbatas. (R. Kumar et al., 2019; Trivedi et al., 2017)

Dalam menghadapi kondisi lingkungan yang tidak menentu, pembudidaya mengembangkan berbagai respons adaptif sebagai strategi ketahanan pesisir. Strategi adaptif mencakup perubahan waktu tanam dan panen, pemilihan lokasi budidaya yang lebih terlindung, penggunaan teknologi sederhana untuk mengurangi dampak lingkungan, serta diversifikasi jenis rumput laut yang dibudidayakan (Cinner et al., 2018). Diversifikasi jenis rumput laut merupakan strategi penting untuk mengurangi risiko produksi akibat perubahan musim, dengan cara menanam varietas atau spesies yang lebih tahan terhadap fluktuasi suhu dan salinitas pada periode musim buruk, sehingga kontinuitas produksi dan pendapatan dapat tetap terjaga (Syarif et al., 2024). Strategi berbasis lokal ini berperan penting dalam meningkatkan ketahanan sosial-ekologis sistem budidaya.

Kabupaten Takalar di Sulawesi Selatan merupakan salah satu sentra utama produksi

rumpun laut nasional yang memiliki kondisi perairan pesisir sangat mendukung untuk budidaya *K. alvarezii* melalui metode longline (Tahang et al., 2019) Tingginya partisipasi masyarakat menjadikan sektor ini sumber utama penghidupan. Namun, wilayah ini juga sangat terpengaruh oleh dinamika musim barat dan timur, yang menyebabkan fluktuasi produksi tahunan. (Rivai et al., 2021) Selama musim barat, kegiatan budidaya sering dihentikan karena kerusakan tali, peningkatan penyakit, dan menurunnya pertumbuhan, yang berdampak langsung terhadap stabilitas pendapatan rumah tangga pesisir (DKP Sulsel, 2023).

Meskipun banyak penelitian telah membahas dampak perubahan musim terhadap produktivitas budidaya rumput laut di Indonesia, sebagian besar masih berfokus pada aspek biofisik, teknik budidaya, atau adaptasi waktu tanam. Relatif sedikit studi empiris yang mengkaji secara mendalam diversifikasi jenis rumput laut sebagai strategi adaptasi terhadap musim buruk, khususnya dalam konteks sosial ekonomi pembudidaya di Kabupaten Takalar. Padahal, diversifikasi jenis rumput laut memiliki potensi sebagai strategi adaptasi lokal yang efektif dalam menjaga keberlanjutan produksi dan pendapatan pada periode musim yang kurang menguntungkan. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bentuk respons adaptif pembudidaya rumput laut terhadap pergeseran musim melalui diversifikasi jenis budidaya, serta menilai implikasinya terhadap keberlanjutan produksi dan pendapatan di Kabupaten Takalar.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juli – Oktober 2025 yang berlokasi di Desa Punaga, Kecamatan Laikang, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Pemilihan lokasi didasarkan pada daerah ini merupakan salah satu sentra budidaya rumput laut lokal dengan variasi praktik budidaya dan rentan terhadap pergeseran musim.

2.2. Jenis dan Sumber data

Data pada penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan melalui survei lapangan dan wawancara langsung terhadap informan penelitian. Sedangkan data sekunder diperoleh melalui berbagai studi literatur.

2.3. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan mixed methods yang menggabungkan analisis kuantitatif dan kualitatif untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai respons adaptif pembudidaya. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mengkuantifikasi strategi adaptasi yang digunakan sekaligus mengeksplorasi dimensi sosial dan ekonomi di balik keputusan diversifikasi jenis rumput laut.

2.4. Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling* yang menargetkan pembudidaya aktif budidaya rumput laut di Desa Punaga, Kecamatan Laikang, Kabupaten Takalar. Sebanyak 50 responden dipilih berdasarkan pengalaman budidaya minimal tiga tahun dan keterlibatan langsung dalam praktik diversifikasi jenis rumput laut. Pendekatan ini dianggap representatif untuk menggambarkan variasi adaptasi di tingkat pembudidaya kecil. Data yang dikumpulkan dalam penelitian adalah data primer dan data sekunder. Data dikumpulkan melalui wawancara terstruktur menggunakan kuesioner, sedangkan data sekunder diperoleh dari laporan dinas kelautan dan perikanan daerah, dan publikasi ilmiah. Variabel utama yang diamati meliputi jenis rumput laut yang dibudidayakan, pola musim tanam, dan pendapatan.

2.5. Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan pada penelitian ini selanjutnya akan dianalisis dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Penyajian data hasil penelitian berupa tabel, diagram dan grafik yang selanjutnya akan dideskripsikan Analisis data deskriptif kualitatif dalam penelitian ini digunakan untuk memahami secara mendalam pola-pola adaptasi sosial, ekonomi, dan teknis yang dilakukan oleh pembudidaya rumput laut di Kabupaten Takalar dalam menghadapi pergeseran musim. Pendekatan ini menekankan pada interpretasi makna dari pengalaman dan persepsi pembudidaya rumput laut. Proses analisis dilakukan melalui reduksi data, kategorisasi tema, dan interpretasi makna, sehingga diperoleh gambaran yang komprehensif mengenai aktivitas budidaya rumput laut secara kontekstual di lapangan.

Sementara itu, analisis deskriptif kuantitatif dilakukan untuk mengidentifikasi pola dan kecenderungan yang bersifat numerik dari data yang dikumpulkan melalui kuesioner. Analisis ini

mencakup pengukuran karakteristik responden, jenis dan frekuensi diversifikasi rumput laut, serta dampaknya terhadap pendapatan.

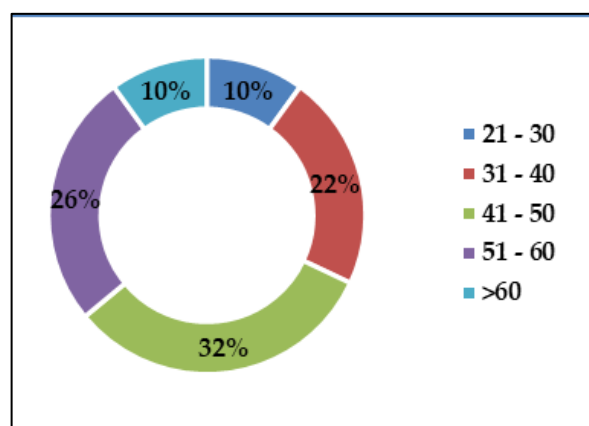
Kedua pendekatan analisis tersebut diintegrasikan untuk memberikan pemahaman yang menyeluruh mengenai dinamika adaptasi pembudidaya. Hasil dari analisis kualitatif memperkaya interpretasi data kuantitatif dengan konteks sosial dan ekonomi yang melatarbelakangi perilaku adaptif. Kombinasi kedua metode ini memungkinkan penelitian untuk tidak hanya menggambarkan fenomena secara statistik, tetapi juga menjelaskan alasan dan proses di balik pengambilan keputusan pembudidaya dalam menjaga keberlanjutan produksi dan pendapatan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Responden

3.1.1. Kelompok Umur

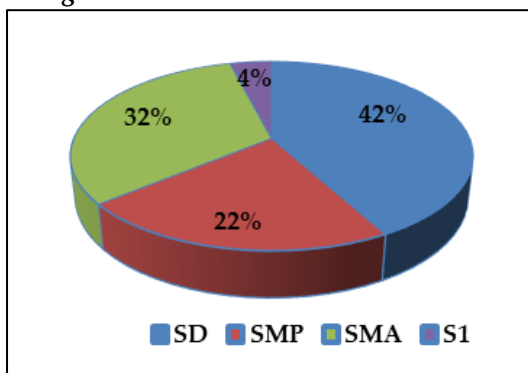
Distribusi umur responden pembudidaya rumput laut menunjukkan bahwa kelompok umur 41–50 tahun merupakan kelompok dominan dengan frekuensi 16 orang atau 32%, diikuti kelompok umur 51–60 tahun sebanyak 13 orang (26%) dan kelompok umur 31–40 tahun sebanyak 11 orang (22%). Sementara itu, kelompok umur muda 21–30 tahun dan kelompok umur lanjut >60 tahun masing-masing hanya berkontribusi 10%. Pola ini mengindikasikan bahwa aktivitas budidaya rumput laut di wilayah penelitian lebih banyak dilakukan oleh kelompok usia produktif menengah hingga tua. Kondisi ini sejalan dengan temuan sebelumnya bahwa mayoritas pelaku utama dalam sektor perikanan budidaya berada pada kelompok umur produktif, karena pada fase tersebut individu memiliki pengalaman kerja yang cukup, keterampilan yang matang, serta kapasitas fisik yang masih mendukung dalam menjalankan aktivitas budidaya (FAO, 2022).



Gambar 1. Kelompok umur responden

Keterlibatan kelompok umur produktif dalam budidaya rumput laut memiliki implikasi penting terhadap keberlanjutan usaha perikanan. Kelompok umur 31–60 tahun dinilai memiliki keseimbangan antara pengalaman dan tenaga kerja, sehingga menjadi tulang punggung kegiatan produksi. Namun, rendahnya keterlibatan kelompok usia muda (21–30 tahun) dapat menjadi tantangan dalam regenerasi pembudidaya. Fenomena ini selaras dengan penelitian yang menyebutkan bahwa minat generasi muda terhadap usaha perikanan relatif rendah akibat persepsi mengenai rendahnya keuntungan, risiko tinggi, serta daya tarik sektor lain yang dianggap lebih menjanjikan (ILO, 2020; BPS, 2023). Meskipun distribusi umur responden menunjukkan potensi tenaga kerja produktif yang kuat saat ini, diperlukan strategi khusus untuk mendorong keterlibatan generasi muda demi menjamin keberlanjutan budidaya rumput laut di masa depan.

3.1.2. Tingkat Pendidikan



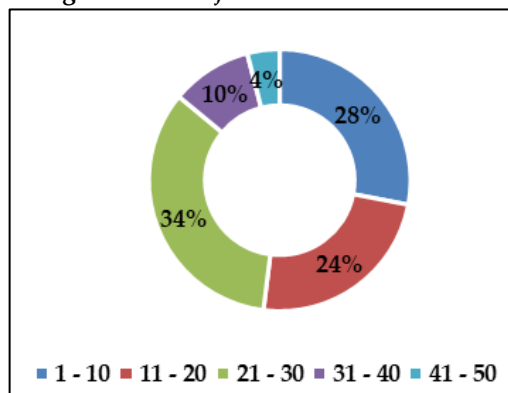
Gambar 2. Tingkat pendidikan responden

Berdasarkan data yang disajikan, mayoritas responden memiliki tingkat pendidikan hingga jenjang SMA/ sederajat, dengan persentase mencapai 32%. Tingkat pendidikan ini mencerminkan pencapaian wajib belajar 12 tahun di Indonesia, yang terdiri dari 6 tahun pendidikan dasar dan 6 tahun pendidikan menengah. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada Maret 2023, proporsi penduduk berusia 15 tahun ke atas yang menamatkan pendidikan hingga jenjang SMA/ sederajat adalah 22,74%, sementara yang menamatkan hingga jenjang SD/ sederajat adalah 24,62%.

Tingkat pendidikan yang lebih tinggi, seperti Sarjana (S1), hanya dicapai oleh 4% responden dalam data ini. Hal ini sejalan dengan temuan BPS yang menunjukkan bahwa hanya sekitar 10,15% penduduk usia 15 tahun ke atas di

Indonesia yang telah menamatkan pendidikan tinggi (S1 ke atas) pada Maret 2023. Kesenjangan ini menunjukkan tantangan dalam pemerataan akses dan kualitas pendidikan tinggi di Indonesia, yang perlu perhatian lebih untuk meningkatkan partisipasi dan kualitas pendidikan di jenjang perguruan tinggi.

3.1.3. Pengalaman Kerja



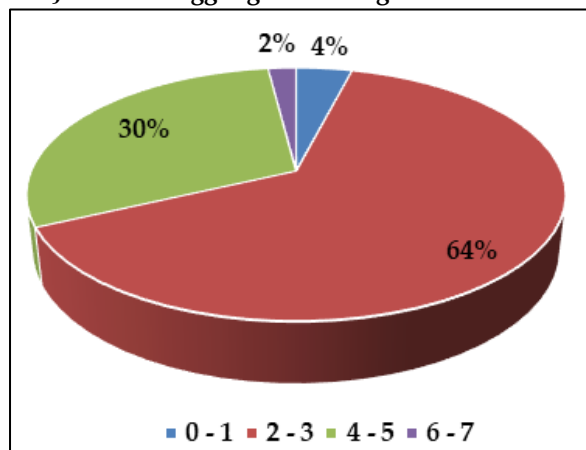
Gambar 3. Pengalaman kerja responden

Berdasarkan data distribusi lama pengalaman kerja responden, mayoritas memiliki pengalaman kerja antara 21 hingga 30 tahun, dengan persentase 34%. Kelompok ini menunjukkan tingkat pengalaman yang relatif tinggi, mencerminkan stabilitas dan kedalaman keterampilan dalam bidang pekerjaan mereka. Kelompok dengan pengalaman 1 hingga 10 tahun menyusul dengan 28%, menunjukkan adanya regenerasi tenaga kerja yang terus berlangsung. Sementara itu, kelompok dengan pengalaman 11 hingga 20 tahun mencakup 24% responden, menunjukkan keseimbangan antara tenaga kerja yang relatif baru dan yang berpengalaman. Kelompok dengan pengalaman 31 hingga 40 tahun dan 41 hingga 50 tahun masing-masing hanya mencakup 10% dan 4%, mengindikasikan bahwa sebagian besar tenaga kerja berada pada rentang pengalaman yang lebih muda dan menengah (Rahayu, 2020).

Data ini sejalan dengan temuan penelitian yang menunjukkan bahwa mayoritas petani tambak garam memiliki pengalaman kerja antara 1 hingga 20 tahun, dengan proporsi yang menurun seiring bertambahnya tahun pengalaman. Sebanyak 46,7% memiliki pengalaman 1–10 tahun, 30,0% memiliki pengalaman 11–20 tahun, 16,7% memiliki pengalaman 21–30 tahun, dan masing-masing 3,3% memiliki pengalaman 31–40 tahun serta 41–50 tahun. Penurunan proporsi ini menunjukkan bahwa mayoritas petani berada pada rentang pengalaman kerja 1–20 tahun. Hal ini

menegaskan pentingnya akses pendidikan dan pelatihan bagi pekerja untuk mendorong adopsi teknologi dan praktik terbaik dalam produksi, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kesejahteraan mereka (Rahayu, 2020).

3.1.4. Jumlah Tanggungan Keluarga



Gambar 4. Jumlah Tanggungan Keluarga Responden

Berdasarkan data distribusi jumlah tanggungan keluarga responden, mayoritas memiliki 2 hingga 3 tanggungan, dengan persentase 64%. Kelompok ini menunjukkan bahwa sebagian besar keluarga memiliki beban tanggungan yang relatif ringan hingga sedang. Kelompok dengan 4 hingga 5 tanggungan menyusul dengan 30%, mencerminkan keluarga dengan beban tanggungan yang lebih berat. Sementara itu, kelompok dengan 0 hingga 1 tanggungan hanya mencakup 4%, dan kelompok dengan 6 hingga 7 tanggungan hanya 2%, menunjukkan bahwa keluarga dengan beban tanggungan sangat ringan atau sangat berat relatif sedikit.

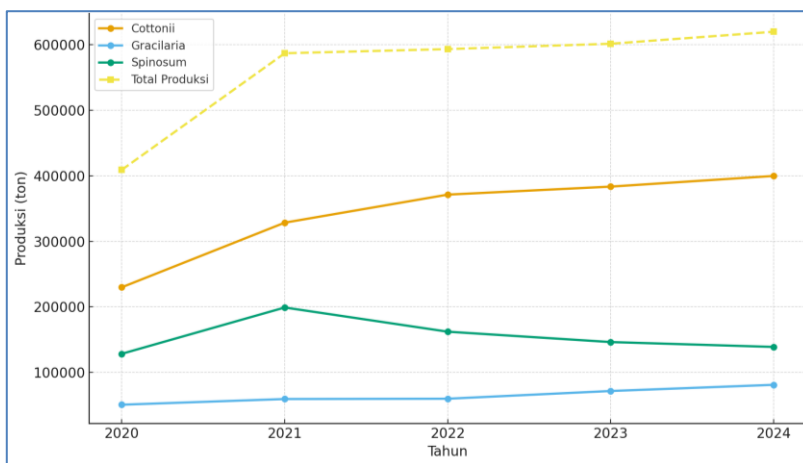
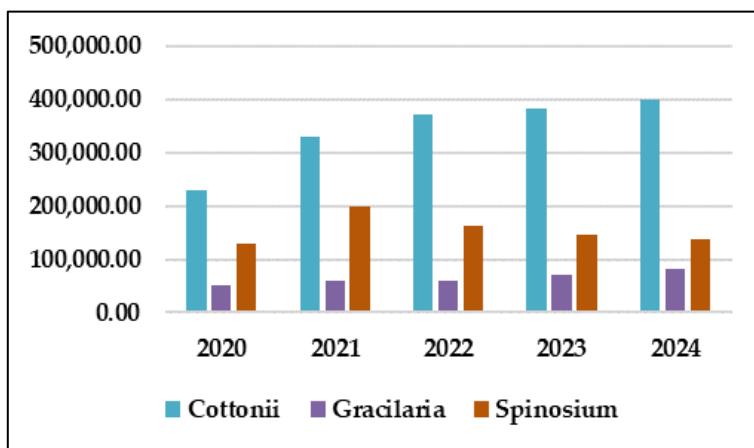
Penelitian oleh Purwanto dan Taftazani (2018) menunjukkan bahwa jumlah tanggungan keluarga dapat mempengaruhi kesejahteraan ekonomi keluarga. Semakin banyak jumlah tanggungan, semakin tinggi pula kebutuhan konsumsi sehari-hari, yang jika tidak diimbangi dengan pendapatan yang cukup, dapat menurunkan tingkat kesejahteraan keluarga. Namun, jumlah tanggungan keluarga bukanlah satu-satunya faktor yang mempengaruhi kesejahteraan; faktor lain seperti pendapatan dan pengeluaran juga berperan penting dalam menentukan tingkat kesejahteraan keluarga. Oleh karena itu, penting bagi keluarga untuk mengelola jumlah tanggungan dan pendapatan dengan bijak untuk mencapai kesejahteraan yang optimal.

3.2. Potensi Budidaya Rumput Laut Kabupaten Takalar

Kabupaten Takalar merupakan salah satu sentra utama budidaya rumput laut di Provinsi Sulawesi Selatan. Wilayah ini dikenal memiliki ekosistem pesisir yang sangat potensial untuk pengembangan komoditas rumput laut, terutama jenis *Kappaphycus alvarezii* atau *Eucheuma cottonii* sebagai sumber karaginan, serta *Gracilaria* yang banyak dibudidayakan di tambak payau untuk bahan baku agar-agar. Posisi geografis yang strategis, dukungan kelembagaan, serta akses pasar yang relatif dekat dengan Kota Makassar menjadikan Takalar sebagai pusat produksi sekaligus basis pengembangan rantai nilai rumput laut di tingkat regional maupun nasional.

Data produksi rumput laut di Kabupaten Takalar menunjukkan tren peningkatan dari tahun 2020 hingga 2024. Pada tahun 2020, total produksi rumput laut mencapai 409.117,30 ton, dengan kontribusi terbesar berasal dari jenis *Cottonii* sebesar 229.926,40 ton, diikuti *Spinosum* (128.433,80 ton) dan *Gracilaria* (50.757,10 ton). Produksi ini mengalami kenaikan signifikan pada tahun 2021, dengan total mencapai 587.061,00 ton, terutama disebabkan oleh lonjakan produksi *Cottonii* hingga 328.531,50 ton serta peningkatan *Spinosum* menjadi 199.092,60 ton. Tren positif ini terus berlanjut hingga tahun 2022, meskipun produksi *Spinosum* mengalami penurunan menjadi 162.173,98 ton, sementara *Cottonii* tetap mendominasi dengan 371.330,37 ton.

Periode 2023–2024 memperlihatkan keberlanjutan pertumbuhan produksi total rumput laut di Takalar. Pada 2023, produksi meningkat menjadi 601.553,20 ton, dengan *Cottonii* tetap menjadi komoditas utama sebanyak 383.549,00 ton. Sementara itu, produksi *Gracilaria* mengalami peningkatan yang konsisten dari tahun ke tahun, mencapai 71.664,20 ton pada 2023. Pada tahun 2024, total produksi kembali naik menjadi 619.864,63 ton, didukung oleh peningkatan produksi *Cottonii* sebesar 399.832,11 ton dan *Gracilaria* sebesar 81.120,06 ton, meskipun *Spinosum* kembali menurun menjadi 138.912,46 ton. Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa *Cottonii* merupakan komoditas unggulan yang mendominasi produksi, sedangkan *Gracilaria* mengalami tren kenaikan stabil, dan *Spinosum* menunjukkan fluktuasi produksi.



Gambar 5. Tren produksi rumput laut kabupaten Takalar Tahun 2020-2024

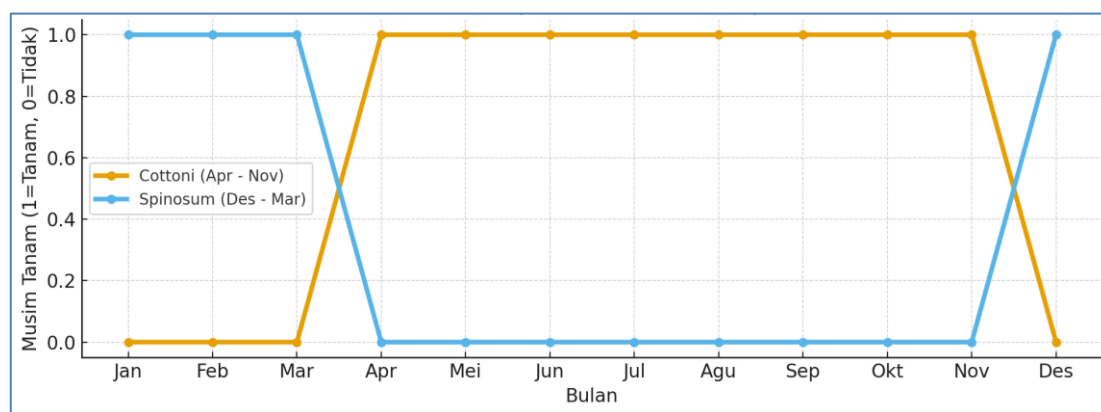
3.3. Bentuk Respons Adaptif Pembudidaya Rumput Laut terhadap Pergeseran Musim: Diversifikasi Jenis Rumput Laut

Perubahan pola musim yang semakin tidak menentu di wilayah pesisir Kabupaten Takalar, seperti peningkatan curah hujan, perubahan suhu permukaan laut, dan ketidakstabilan arus, telah mendorong pembudidaya rumput laut untuk menyesuaikan strategi budidayanya (Kumar et al., 2020). Salah satu respons adaptif yang menonjol adalah diversifikasi jenis rumput laut dari *Kappaphycus alvarezii* (cottoni) ke *Eucheuma denticulatum* (spinosum). Diversifikasi ini tidak hanya merupakan upaya teknis untuk mempertahankan tingkat produksi selama musim yang kurang menguntungkan bagi cottoni, tetapi juga merupakan strategi ekonomi untuk menjaga kesinambungan pendapatan rumah tangga pembudidaya (Hayashi et al., 2010; Mantri et al., 2016). Jenis cottoni diketahui memiliki produktivitas tinggi dan nilai jual yang lebih baik, namun rentan terhadap fluktuasi lingkungan, terutama terhadap peningkatan suhu dan serangan hama seperti ice-ice disease. Sebaliknya, spinosum

memiliki daya tahan yang lebih kuat terhadap kondisi perairan ekstrem, termasuk peningkatan salinitas dan perubahan arus yang sering terjadi saat pergeseran musim (Adharini et al., 2018). Oleh karena itu, pembudidaya di Takalar cenderung menanam spinosum pada periode musim hujan atau saat suhu perairan meningkat, sementara cottoni ditanam kembali pada musim kemarau ketika kondisi perairan lebih stabil. Strategi rotasi dan kombinasi kedua jenis rumput laut ini menjadi bentuk adaptasi ekologis yang penting untuk menjaga stabilitas produksi sepanjang tahun. Untuk lebih jelas, lihat gambar berikut yang menjelaskan pola tanam rumput laut di Kabupaten Takalar.

Pola musim tanam dua jenis rumput laut, yaitu *Kappaphycus alvarezii* (cottoni) dan *Eucheuma denticulatum* (spinosum), menunjukkan respons adaptif pembudidaya terhadap pergeseran musim di Kabupaten Takalar. Sumbu horizontal menggambarkan bulan dalam satu tahun, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan status kegiatan budidaya dengan nilai 1 menandakan

periode tanam aktif dan 0 menandakan periode tidak ada aktivitas budidaya.



Gambar 6. Pola tanam rumput laut cottoni dan spinosum di Kabupaten Takalar

Pembudidaya jenis rumput laut cottoni aktif melakukan penanaman mulai April hingga November, yang bertepatan dengan musim kemarau dan perairan yang relatif tenang serta jernih. Pada periode ini, suhu dan salinitas perairan berada pada kisaran optimal bagi pertumbuhan cottoni, sehingga produktivitas dan kualitas hasil panen berada pada tingkat tertinggi. Namun, pada Desember hingga Maret, gambar di atas menunjukkan penurunan ke titik nol, menandakan bahwa kegiatan budidaya cottoni dihentikan karena kondisi lingkungan yang kurang mendukung, seperti curah hujan tinggi, arus kuat, dan meningkatnya risiko serangan penyakit *ice-ice*.

Sebaliknya, jenis rumput laut spinosum menunjukkan pola yang berlawanan. Aktivitas budidaya spinosum dimulai pada Desember hingga Maret, saat pembudidaya cottoni biasanya berhenti berproduksi. Pola ini mencerminkan strategi diversifikasi dan adaptasi ekologis yang dilakukan pembudidaya untuk memanfaatkan musim yang sebelumnya dianggap tidak produktif. Spinosum memiliki toleransi lebih tinggi terhadap fluktuasi suhu dan salinitas, sehingga mampu tumbuh baik pada kondisi perairan ekstrem (Farnani et al., 2011). Pembudidaya dapat menjaga kontinuitas produksi sepanjang tahun, mengurangi risiko kehilangan pendapatan, dan memperkuat keberlanjutan ekonomi serta ekologi sistem budidaya rumput laut di wilayah pesisir Takalar (Tahang et al., 2019; Diharmi et al., 2017).

Gambar di atas tidak hanya menggambarkan perbedaan waktu tanam, tetapi juga menunjukkan transformasi adaptif dalam praktik budidaya tradisional menuju sistem yang lebih resilien terhadap perubahan iklim dan pergeseran musim. Kombinasi tanam cottoni pada musim kemarau dan

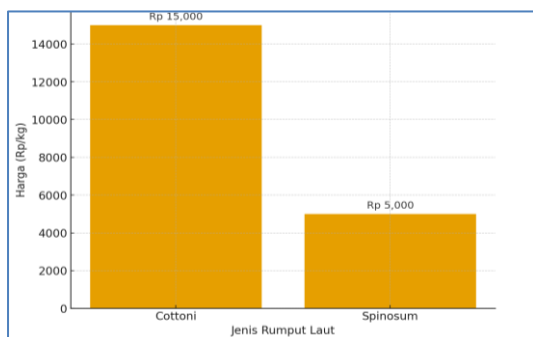
spinosum pada musim hujan menciptakan model budidaya berkelanjutan dua musim, yang sekaligus meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan dan memperkuat ketahanan ekonomi rumah tangga pembudidaya.

Selain aspek ekologis, diversifikasi dari cottoni ke spinosum juga mencerminkan adaptasi ekonomi dan sosial. Pembudidaya menyesuaikan pilihan komoditasnya dengan permintaan pasar dan akses terhadap rantai pasok lokal yang fleksibel. Dalam beberapa kasus, kelompok pembudidaya mengembangkan sistem kemitraan dengan pengumpul atau perusahaan pengolah yang bersedia menampung hasil panen spinosum dengan harga yang stabil. Hal ini memperkuat ketahanan ekonomi rumah tangga pembudidaya, sekaligus mengurangi risiko kerugian akibat kegagalan panen satu jenis rumput laut saja (Patawari & Suarsana, 2019). Diversifikasi jenis rumput laut menjadi strategi adaptif yang efektif dalam menghadapi ketidakpastian iklim dan menjaga keberlanjutan sistem produksi di wilayah pesisir Kabupaten Takalar.

3.4. Dampak Ekonomi dari Diversifikasi Jenis Rumput Laut (Spinosum) terhadap Produksi dan Pendapatan

Diversifikasi jenis rumput laut dari *Kappaphycus alvarezii* (cottoni) ke *Eucheuma denticulatum* (spinosum) memberikan dampak ekonomi yang signifikan bagi pembudidaya di Kabupaten Takalar, terutama dalam menjaga stabilitas produksi sepanjang tahun. Pada saat kondisi lingkungan kurang mendukung pertumbuhan cottoni, seperti peningkatan suhu air, curah hujan tinggi, dan serangan penyakit *ice-ice*, pembudidaya yang menanam spinosum masih

dapat mempertahankan hasil panennya. Hal ini karena spinosum memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap variasi suhu dan kualitas perairan, sehingga risiko gagal panen dapat ditekan. Diversifikasi ini berfungsi sebagai strategi mitigasi risiko produksi, yang membantu pembudidaya tetap memperoleh hasil meskipun terjadi pergeseran musim.

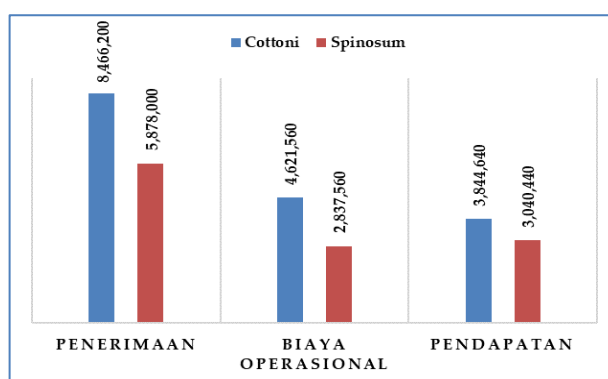


Gambar 7. Perbandingan harga rumput laut

Secara ekonomi, diversifikasi ke spinosum juga berdampak positif terhadap stabilitas pendapatan rumah tangga pembudidaya. Meskipun harga jual spinosum di pasar relatif lebih rendah dibandingkan cottoni, kontinuitas produksi yang terjaga membuat pendapatan pembudidaya lebih konsisten sepanjang tahun. Ketika produksi cottoni menurun akibat kondisi cuaca ekstrem, hasil panen spinosum dapat menutupi kekurangan tersebut dan menjaga arus kas pembudidaya tetap positif. Di beberapa kelompok tani, praktik diversifikasi ini bahkan memungkinkan mereka untuk melakukan panen bergilir, sehingga distribusi pendapatan menjadi lebih merata dan tidak bergantung pada satu musim tanam saja.

Sebelum melakukan diversifikasi, pembudidaya di Kabupaten Takalar umumnya hanya menanam jenis *Kappaphycus alvarezii* (cottoni) selama lima siklus tanam per tahun, yaitu pada periode April hingga November. Pada bulan Desember hingga Maret, aktivitas budidaya biasanya dihentikan karena kondisi lingkungan yang kurang mendukung, seperti peningkatan curah hujan, arus kuat, dan munculnya penyakit ice-ice yang menyebabkan tingkat kegagalan panen tinggi. Akibatnya, selama empat bulan tersebut, pembudidaya tidak memiliki sumber pendapatan tetap dari kegiatan budidaya rumput laut, yang berdampak pada penurunan kesejahteraan rumah tangga dan ketergantungan terhadap pekerjaan alternatif non-perikanan.

Penerapan strategi diversifikasi jenis rumput laut dengan membudidayakan *Eucheuma denticulatum* (spinosum) pada periode Desember hingga Maret membawa perubahan ekonomi yang nyata. Berdasarkan hasil perhitungan, spinosum memberikan penerimaan sebesar Rp5.878.000 per siklus, dengan biaya operasional Rp2.837.560 sehingga menghasilkan pendapatan bersih sebesar Rp3.040.440 per siklus. Meskipun nilai pendapatan per siklus lebih rendah dibandingkan cottoni (Rp3.844.640 per siklus), diversifikasi ini memberikan tambahan tiga siklus produksi per tahun yang sebelumnya tidak ada. Artinya, pembudidaya kini memiliki kesempatan memperoleh tambahan pendapatan sekitar Rp9.121.320 per tahun dari budidaya spinosum, di luar hasil dari cottoni yang tetap dilakukan pada musim kemarau.



Gambar 8. Pendapatan pembudidaya dari jenis cottoni dan spinosum

Diversifikasi jenis rumput laut tidak hanya meningkatkan total pendapatan tahunan pembudidaya, tetapi juga memperkuat keberlanjutan sistem produksi dan pemanfaatan sumberdaya pesisir (Rimmer et al., 2021). Dengan menanam spinosum pada musim hujan, pembudidaya dapat menjaga kontinuitas usaha tanpa menekan ekosistem secara berlebihan pada satu jenis rumput laut saja. Praktik ini membantu menjaga keseimbangan ekologis perairan, meminimalkan risiko penyakit, serta memperpanjang waktu pemanfaatan lahan budidaya sepanjang tahun. Diversifikasi dari cottoni ke spinosum bukan hanya strategi adaptif terhadap pergeseran musim, tetapi juga menjadi langkah strategis dalam membangun ketahanan ekonomi dan keberlanjutan sumberdaya rumput laut di Kabupaten Takalar. Selain itu, diversifikasi jenis rumput laut juga mendorong munculnya peluang ekonomi baru dalam rantai pasok dan industri pengolahan (Rimmer et al., 2021).

Permintaan terhadap spinosum dari industri farmasi dan kosmetik, yang menggunakan karaginan tipe iota sebagai bahan baku, semakin meningkat baik di pasar domestik maupun ekspor (Dumilag et al., 2022; Martín-Del-Campo et al., 2021). Kondisi ini membuka kesempatan bagi pembudidaya rumput laut untuk memperluas pasar dan meningkatkan nilai tambah melalui kemitraan dengan pengumpul dan perusahaan pengolah lokal. Dengan kata lain, diversifikasi jenis rumput laut tidak hanya menjadi strategi adaptasi ekologis terhadap perubahan musim, tetapi juga berperan sebagai instrumen ekonomi yang memperkuat ketahanan pendapatan dan keberlanjutan usaha budidaya rumput laut di Kabupaten Takalar.

IV. PENUTUP

Diversifikasi jenis rumput laut tidak hanya meningkatkan total pendapatan tahunan pembudidaya, tetapi juga memperkuat keberlanjutan sistem produksi dan pemanfaatan sumberdaya pesisir. Penerapan strategi diversifikasi jenis rumput laut dengan membudidayakan *Euचेuma denticulatum* (spinosum) pada periode Desember hingga Maret

membawa perubahan ekonomi yang nyata. Berdasarkan hasil perhitungan, spinosum memberikan penerimaan sebesar Rp5.878.000 per siklus, dengan biaya operasional Rp2.837.560 sehingga menghasilkan pendapatan bersih sebesar Rp3.040.440 per siklus. Meskipun nilai pendapatan per siklus lebih rendah dibandingkan cottoni (Rp 3.844.640 per siklus), diversifikasi ini memberikan tambahan tiga siklus produksi per tahun yang sebelumnya tidak ada. Artinya, pembudidaya kini memiliki kesempatan memperoleh tambahan pendapatan sekitar Rp 9.121.320 per tahun dari budidaya spinosum, di luar hasil dari cottoni yang tetap dilakukan pada musim kemarau.

PERSANTUNAN

Penelitian ini didanai oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Hasanuddin (LPPM-UH) dengan Nomor Kontrak 01260/UN.4.22/PT.01.03/2025. Ucapan terima kasih disampaikan kepada LP2M Universitas Hasanuddin selaku institusi penanggungjawab kegiatan dan kepada semua pihak yang membantu peneliti dalam pelaksanaan penelitian.

REFERENSI

- Adharini, R. I., Suyono, E. A., Setyawan, A. R., Suadi, S., & Jayanti, A. D. (2018). A comparison of nutritional values of *Kappaphycus alvarezii*, *Kappaphycus striatum*, and *Kappaphycus spinosum* from the farming sites in Gorontalo Province, Sulawesi, Indonesia. *Journal of Applied Phycology*, 31(1), 725–730. <https://doi.org/10.1007/s10811-018-1540-0>
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2023). *Statistik Kelautan dan Perikanan Indonesia 2023*. Jakarta: BPS. <https://www.bps.go.id>
- Cinner, J. E., Adger, W. N., Allison, E. H., Barnes, M. L., Brown, K., Cohen, P. J., Morrison, T. H. (2018). Building adaptive capacity to climate change in tropical coastal communities. *Nature Climate Change*, 8(2), 117–123. <https://doi.org/10.1038/s41558-017-0065-x>
- Diharmi, A., Heruwati, E. S., Fardiaz, D., & Andarwulan, N. (2017). Chemical and physical characteristics of carrageenan extracted from *Euचेuma spinosum* harvested from three different Indonesian coastal sea regions. *Phycological Research*, 65(3), 256–261. <https://doi.org/10.1111/pre.12178>
- DKP Sulsel. (2023). *Laporan Tahunan Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2023*. Makassar: Dinas Kelautan dan Perikanan Sulawesi Selatan.
- Dumilag, R. V., Crisostomo, B. A., Aguinaldo, Z.-Z. A., Hinaloc, L. A. R., Liao, L. M., Roa-Quiaoit, H. A., Dangan-Galon, F., Zuccarello, G. C., Guillemain, M.-L., Brodie, J., Cottier-Cook, E. J., & Roleda, M. Y. (2022). The Diversity of *Euचेumatoid* Seaweed Cultivars in the Philippines. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 31(1), 47–65. <https://doi.org/10.1080/23308249.2022.2060038>
- Erlania, E., & Radiarta, I. N. (2014). Perbedaan Musim Tanam Terhadap Performa Budidaya Empat Varian Rumput Laut *Euचेumatoids* di Teluk Gerupuk, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9(2), 331. <https://doi.org/10.15578/jra.9.2.2014.331-342>
- FAO. (2018). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018: Meeting the Sustainable Development Goals*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/publications>
- FAO. (2023). *FAO Yearbook: Fishery and Aquaculture Statistics 2021*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Farnani, Y., Cokrowati, N., & Farida, N. (2011). Pengaruh Kedalaman Tanam Terhadap Pertumbuhan *Eucheuma spinosum* Pada Budidaya dengan Metode Rawai. *Jurnal Kelautan Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 4(2), 176–186. <https://doi.org/10.21107/jk.v4i2.884>
- Tahang, H., & Latama, G. (2019). Development strategy and increased production of seaweed in Takalar District. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 370, No. 1, p. 012058). IOP Publishing.
- Hatten, T. S. (2012). *Small Business Management: Entrepreneurship and Beyond*. Cengage Learning.
- Hayashi, L., Nunes, B. G., Fonseca, A. L. D., Barreto, P. L. M., Faria, G. S. M., Santos, A. A., Bouzon, Z. L., Oliveira, E. C., & Souza, M. S. (2010). *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Areschougiaceae) cultivated in subtropical waters in Southern Brazil. *Journal of Applied Phycology*, 23(3), 337–343. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9543-5>
- Hossain, M., et al. (2020). Economic and environmental benefits of seaweed farming in coastal communities. *Journal of Coastal Research*, 36(5), 1123–1132.
- ILO. (2020). *Youth in aquaculture and fisheries: prospects and challenges*. International Labour Organization. <https://www.ilo.org>
- Kasri, K. (2022). Seaweed-Based Local Economic Development in Takalar District. *PONGGAWA: Journal of Fisheries Socio-Economic*, 55-64.
- KKP. (2022). *Statistik Kelautan dan Perikanan 2022*. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.
- Kumar, R., Trivedi, K., Ghosh, A., & Anand, K. G. V. (2019). Science behind biostimulant action of seaweed extract on growth and crop yield: insights into transcriptional changes in roots of maize treated with *Kappaphycus alvarezii* seaweed extract under soil moisture stressed conditions. *Journal of Applied Phycology*, 32(1), 599–613. <https://doi.org/10.1007/s10811-019-01938-y>
- Kumar, Y. N., Poong, S.-W., Gachon, C., Brodie, J., Sade, A., & Lim, P.-E. (2020). Impact of elevated temperature on the physiological and biochemical responses of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta). *PLoS ONE*, 15(9), e0239097. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239097>
- Largo, D. B., Phang, S.-M., Sondak, C. F. A., Gerung, G. S., & Chung, I. K. (2017). Impacts of Climate change on *Eucheuma-Kappaphycus* Farming (pp. 121–129). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63498-2_7
- Mantri, V. A., Shanmugam, M., Reddy, C. R. K., Ganesan, M., Veeragurunathan, V., Eswaran, K., Thirupathi, S., & Seth, A. (2016). An appraisal on commercial farming of *Kappaphycus alvarezii* in India: success in diversification of livelihood and prospects. *Journal of Applied Phycology*, 29(1), 335–357. <https://doi.org/10.1007/s10811-016-0948-7>
- Martín-Del-Campo, A., Macías-Rodríguez, M. E., Fermín-Jiménez, J. A., Estrada-Girón, Y., Fernández-Escamilla, V. V., & Escalante-García, Z. Y. (2021). Improved extraction of carrageenan from red seaweed (*Chondracantus canaliculatus*) using ultrasound-assisted methods and evaluation of the yield, physicochemical properties and functional groups. *Food Science and Biotechnology*, 30(7), 901–910. <https://doi.org/10.1007/s10068-021-00935-7>
- Neilson, J., & Wright, J. (2017). The state and food security discourses of Indonesia: feeding the bangsa. *Geographical Research*, 55(2), 131–143. <https://doi.org/10.1111/1745-5871.12210>
- Patawari, A., & Suarsana, I. (2019). Peningkatan Ekonomi Petani Rumput Laut Di Desa Tamuku Kecamatan Bone-Bone Kabupaten Luwu Utara. 7(2), 156–162. <https://doi.org/10.30605/perbal.v7i2.1379>
- Purwanto, A., & Taftazani, B. M. (2018). Pengaruh jumlah tanggungan terhadap tingkat kesejahteraan ekonomi keluarga pekerja K3L Universitas Padjadjaran. *Focus: Jurnal Pekerjaan Sosial*, 1(2). Tersedia secara daring di: <https://jurnal.unpad.ac.id/focus/article/view/18255>
- Rahayu, E. (2020). Analisis Pengalaman Kerja dan Adopsi Teknologi pada Petani Tambak Garam. *Jurnal Bisnis dan Dinamika*, 15(2), 45–58. Tersedia secara daring di: <https://ejurnal.itbm.ac.id/jbd/article/download/42/91>

- Rimmer, M. A., Paul, N. A., Purnomo, A. H., Lapong, I., Pong-Masak, P. R., Larson, S., & Swanepoel, L. (2021). Seaweed Aquaculture in Indonesia Contributes to Social and Economic Aspects of Livelihoods and Community Wellbeing. *Sustainability*, 13(19), 10946. <https://doi.org/10.3390/su131910946>
- Rivai, A., Syam, H., Rauf, R., & Jamaluddin, J. (2021). Pengaruh Umur Panen terhadap Produksi Rumput Laut *Euclima cottonii* di Kabupaten Takalar saat Musim Timur. 6(2), 361–371. <https://doi.org/10.26858/jptp.v6i2.14757>
- Sangkia, F. D. (2020). Laju Pertumbuhan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) dengan Menggunakan Bibit pada Lokasi yang Berbeda. Center for Open Science. <https://doi.org/10.31219/osf.io/v59pt>
- Scarborough, N. M., & Zimmerer, T. W. (2006). *Effective Small Business Management*. Pearson.
- Syarif, A., Sartika, D., & Arwati, S. (2024). Peran Modal Sosial terhadap Keberlanjutan Pembudidayaan Rumput Laut Menghadapi Perubahan Iklim. *Journal Galung Tropika*, 13(3), 429–440. <https://doi.org/10.31850/jgt.v13i3.1242>
- Tahang, H., Latama, G., & Kasri, K. (2019). Development strategy and increased production of seaweed in Takalar District. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 370(1), 012058. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/370/1/012058>
- Tahiluddin, A., & Terzi, E. (2021). Ice-Ice Disease in Commercially Cultivated Seaweeds *Kappaphycus* spp. and *Euclima* spp.: A Review on the Causes, Occurrence, and Control Measures. *Marine Science and Technology Bulletin*, 10(3), 234–243. <https://doi.org/10.33714/masteb.917788>
- Trivedi, K., Vijay Anand, K. G., Ghosh, A., Kubavat, D., Vaghela, P., & Kumar, R. (2017). Crop stage selection is vital to elicit optimal response of maize to seaweed bio-stimulant application. *Journal of Applied Phycology*, 29(4), 2135–2144. <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1118-2>
- Valderrama, D., Cai, J., Hishamunda, N., Ridler, N., Neish, I. C., Hurtado, A. Q., Msuya, F. E., Krishnan, M., Narayanakumar, R., Kronen, M., Robledo, D., Gasca-Leyva, E., & Fraga, J. (2015). The Economics of *Kappaphycus* Seaweed Cultivation in Developing Countries: A Comparative Analysis of Farming Systems. *Aquaculture Economics & Management*, 19(2), 251–277. <https://doi.org/10.1080/13657305.2015.1024348>
- Adharini, R. I., Suyono, E. A., Setyawan, A. R., Suadi, S., & Jayanti, A. D. (2018). A comparison of nutritional values of *Kappaphycus alvarezii*, *Kappaphycus striatum*, and *Kappaphycus spinosum* from the farming sites in Gorontalo Province, Sulawesi, Indonesia. *Journal of Applied Phycology*, 31(1), 725–730. <https://doi.org/10.1007/s10811-018-1540-0>
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2023). *Statistik Kelautan dan Perikanan Indonesia 2023*. Jakarta: BPS. <https://www.bps.go.id>
- Cinner, J. E., Adger, W. N., Allison, E. H., Barnes, M. L., Brown, K., Cohen, P. J., Morrison, T. H. (2018). Building adaptive capacity to climate change in tropical coastal communities. *Nature Climate Change*, 8(2), 117–123. <https://doi.org/10.1038/s41558-017-0065-x>
- Diharmi, A., Heruwati, E. S., Fardiaz, D., & Andarwulan, N. (2017). Chemical and physical characteristics of carrageenan extracted from *Euclima spinosum* harvested from three different Indonesian coastal sea regions. *Phycological Research*, 65(3), 256–261. <https://doi.org/10.1111/pre.12178>
- DKP Sulsel. (2023). *Laporan Tahunan Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2023*. Makassar: Dinas Kelautan dan Perikanan Sulawesi Selatan.
- Dumilag, R. V., Crisostomo, B. A., Aguinaldo, Z.-Z. A., Hinaloc, L. A. R., Liao, L. M., Roa-Quiaoit, H. A., Dangan-Galon, F., Zuccarello, G. C., Guillemain, M.-L., Brodie, J., Cottier-Cook, E. J., & Roleda, M. Y. (2022). The Diversity of *Euclimatoid* Seaweed Cultivars in the Philippines. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 31(1), 47–65. <https://doi.org/10.1080/23308249.2022.2060038>
- Erlania, E., & Radiarta, I. N. (2014). Perbedaan Musim Tanam Terhadap Performa Budidaya Empat Varian Rumput Laut *Euclimatoids* di Teluk Gerupuk, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9(2), 331. <https://doi.org/10.15578/jra.9.2.2014.331-342>
- FAO. (2018). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018: Meeting the Sustainable Development Goals*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/publications>
- FAO. (2023). *FAO Yearbook: Fishery and Aquaculture Statistics 2021*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Farnani, Y., Cokrowati, N., & Farida, N. (2011). Pengaruh Kedalaman Tanam Terhadap Pertumbuhan *Eucaema spinosum* Pada Budidaya dengan Metode Rawai. *Jurnal Kelautan Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 4(2), 176–186. <https://doi.org/10.21107/jk.v4i2.884>
- Hatten, T. S. (2012). *Small Business Management: Entrepreneurship and Beyond*. Cengage Learning.
- Hayashi, L., Nunes, B. G., Fonseca, A. L. D., Barreto, P. L. M., Faria, G. S. M., Santos, A. A., Bouzon, Z. L., Oliveira, E. C., & Souza, M. S. (2010). *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Areschougiaceae) cultivated in subtropical waters in Southern Brazil. *Journal of Applied Phycology*, 23(3), 337–343. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9543-5>
- Hossain, M., et al. (2020). Economic and environmental benefits of seaweed farming in coastal communities. *Journal of Coastal Research*, 36(5), 1123–1132.
- ILO. (2020). *Youth in aquaculture and fisheries: prospects and challenges*. International Labour Organization. <https://www.ilo.org>
- KKP. (2022). *Statistik Kelautan dan Perikanan 2022*. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.
- Kumar, R., Trivedi, K., Ghosh, A., & Anand, K. G. V. (2019). Science behind biostimulant action of seaweed extract on growth and crop yield: insights into transcriptional changes in roots of maize treated with *Kappaphycus alvarezii* seaweed extract under soil moisture stressed conditions. *Journal of Applied Phycology*, 32(1), 599–613. <https://doi.org/10.1007/s10811-019-01938-y>
- Kumar, Y. N., Poong, S.-W., Gachon, C., Brodie, J., Sade, A., & Lim, P.-E. (2020). Impact of elevated temperature on the physiological and biochemical responses of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta). *PLoS ONE*, 15(9), e0239097. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239097>
- Largo, D. B., Phang, S.-M., Sondak, C. F. A., Gerung, G. S., & Chung, I. K. (2017). Impacts of Climate change on *Eucaema-Kappaphycus* Farming (pp. 121–129). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63498-2_7
- Mantri, V. A., Shanmugam, M., Reddy, C. R. K., Ganesan, M., Veeragurunathan, V., Eswaran, K., Thirupathi, S., & Seth, A. (2016). An appraisal on commercial farming of *Kappaphycus alvarezii* in India: success in diversification of livelihood and prospects. *Journal of Applied Phycology*, 29(1), 335–357. <https://doi.org/10.1007/s10811-016-0948-7>
- Martín-Del-Campo, A., Macías-Rodríguez, M. E., Fermín-Jiménez, J. A., Estrada-Girón, Y., Fernández-Escamilla, V. V., & Escalante-García, Z. Y. (2021). Improved extraction of carrageenan from red seaweed (*Chondracantus canaliculatus*) using ultrasound-assisted methods and evaluation of the yield, physicochemical properties and functional groups. *Food Science and Biotechnology*, 30(7), 901–910. <https://doi.org/10.1007/s10068-021-00935-7>
- Neilson, J., & Wright, J. (2017). The state and food security discourses of Indonesia: feeding the bangsa. *Geographical Research*, 55(2), 131–143. <https://doi.org/10.1111/1745-5871.12210>
- Patawari, A., & Suarsana, I. (2019). Peningkatan Ekonomi Petani Rumput Laut Di Desa Tamuku Kecamatan Bone-Bone Kabupaten Luwu Utara. 7(2), 156–162. <https://doi.org/10.30605/perbal.v7i2.1379>
- Purwanto, A., & Taftazani, B. M. (2018). Pengaruh jumlah tanggungan terhadap tingkat kesejahteraan ekonomi keluarga pekerja K3L Universitas Padjadjaran. *Focus: Jurnal Pekerjaan Sosial*, 1(2). Tersedia secara daring di: <https://jurnal.unpad.ac.id/focus/article/view/18255>
- Rahayu, E. (2020). Analisis Pengalaman Kerja dan Adopsi Teknologi pada Petani Tambak Garam. *Jurnal Bisnis dan Dinamika*, 15(2), 45–58. Tersedia secara daring di: <https://ejurnal.itbm.ac.id/jbd/article/download/42/91>
- Rimmer, M. A., Paul, N. A., Purnomo, A. H., Lapong, I., Pong-Masak, P. R., Larson, S., & Swanepoel, L. (2021). Seaweed Aquaculture in Indonesia Contributes to Social and Economic Aspects of Livelihoods and Community Wellbeing. *Sustainability*, 13(19), 10946. <https://doi.org/10.3390/su131910946>
- Rivai, A., Syam, H., Rauf, R., & Jamaluddin, J. (2021). Pengaruh Umur Panen terhadap Produksi Rumput Laut *Eucaema cottonii* di Kabupaten Takalar saat Musim Timur. 6(2), 361–371. <https://doi.org/10.26858/jptp.v6i2.14757>

- Sangkia, F. D. (2020). Laju Pertumbuhan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) dengan Menggunakan Bibit pada Lokasi yang Berbeda. Center for Open Science. <https://doi.org/10.31219/osf.io/v59pt>
- Scarborough, N. M., & Zimmerer, T. W. (2006). *Effective Small Business Management*. Pearson.
- Syarif, A., Sartika, D., & Arwati, S. (2024). Peran Modal Sosial terhadap Keberlanjutan Pembudidayaan Rumput Laut Menghadapi Perubahan Iklim. *Journal Galung Tropika*, 13(3), 429–440. <https://doi.org/10.31850/jgt.v13i3.1242>
- Tahang, H., Latama, G., & Kasri, K. (2019). Development strategy and increased production of seaweed in Takalar District. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 370(1), 012058. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/370/1/012058>
- Tahiluddin, A., & Terzi, E. (2021). Ice-Ice Disease in Commercially Cultivated Seaweeds *Kappaphycus* spp. and *Euclima* spp.: A Review on the Causes, Occurrence, and Control Measures. *Marine Science and Technology Bulletin*, 10(3), 234–243. <https://doi.org/10.33714/masteb.917788>
- Trivedi, K., Vijay Anand, K. G., Ghosh, A., Kubavat, D., Vaghela, P., & Kumar, R. (2017). Crop stage selection is vital to elicit optimal response of maize to seaweed bio-stimulant application. *Journal of Applied Phycology*, 29(4), 2135–2144. <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1118-2>
- Valderrama, D., Cai, J., Hishamunda, N., Ridler, N., Neish, I. C., Hurtado, A. Q., Msuya, F. E., Krishnan, M., Narayanakumar, R., Kronen, M., Robledo, D., Gasca-Leyva, E., & Fraga, J. (2015). The Economics of *Kappaphycus* Seaweed Cultivation in Developing Countries: A Comparative Analysis of Farming Systems. *Aquaculture Economics & Management*, 19(2), 251–277. <https://doi.org/10.1080/13657305.2015.1024348>.