

Integrasi *ecosystem approach to aquaculture* (EAA) dalam penilaian keberlanjutan multidimensi budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa

Integrating the ecosystem approach to aquaculture (EAA) into multidimensional sustainability assessment of seaweed farming in Sampolawa Bay

Muhaimin Ali Ma'ruf^{1,2*}, Zairion², Gatot Yulianto², Ali Mashar²

¹Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan, IPB University, Bogor, Indonesia

²Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, IPB University, Bogor, Indonesia

Abstrak.

Budidaya rumput laut merupakan salah satu kegiatan ekonomi utama di kawasan pesisir Indonesia, namun keberlanjutannya terus mengalami tekanan akibat kompleksitas interaksi sosial-ekologi yang belum sepenuhnya tertangkap dalam pendekatan penilaian keberlanjutan konvensional. Metode *Rapid Appraisal for Fisheries* (Rapfish) telah banyak digunakan dalam penilaian keberlanjutan budidaya rumput laut, namun sebagian besar masih menggunakan atribut multidimensi yang bersifat umum dan tidak secara eksplisit merefleksikan prinsip *Ecosystem Approach to Aquaculture* (EAA). Penelitian ini mengintegrasikan prinsip EAA ke dalam pemilihan dan pengelompokan atribut Rapfish untuk memberikan penilaian yang holistik pada sistem budidaya rumput laut. Tujuan dari penelitian ini adalah menilai keberlanjutan multidimensi budidaya rumput laut *Euचेuma cottonii* di Teluk Sampolawa, Kabupaten Buton Selatan. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan *Multi-Dimensional Scaling* (MDS) melalui perangkat Rapfish pada lima dimensi keberlanjutan yaitu ekologi, ekonomi, sosial, teknologi, dan kelembagaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi EAA memberikan kerangka penilaian yang lebih komprehensif, terutama pada dimensi sosial dan kelembagaan. Secara keseluruhan, budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa tergolong cukup berkelanjutan dengan nilai indeks sebesar 60,64. Dimensi sosial dan ekologi merupakan penopang utama keberlanjutan, sementara dimensi ekonomi menjadi faktor pembatas yang memerlukan perhatian khusus, terutama terkait aksesibilitas pemasaran dan stabilitas harga pasar untuk menjaga tingkat keberlanjutan budidaya rumput laut di masa mendatang.

Kata kunci: *ecosystem approach to aquaculture* (EAA), *Euचेuma cottonii*, keberlanjutan, rapfish, rumput laut

Abstract.

*Seaweed cultivation is a major economic activity in Indonesia's coastal areas, but its sustainability challenged by complex socio-ecological interactions that are not fully captured by conventional sustainability assessment approaches. The Rapid Appraisal for Fisheries (Rapfish) method has been widely applied, but most studies still employ generic multidimensional attributes that do not explicitly reflect the principles of the Ecosystem Approach to Aquaculture (EAA). This study integrates EAA principles into the selection and grouping of Rapfish attributes to provide a holistic assessment of seaweed farming systems. This study aims to assess the multidimensional sustainability of *Euचेuma cottonii* cultivation in Sampolawa Bay, South Buton Regency. The analysis was conducted using the Multi-Dimensional Scaling (MDS) approach in the Rapfish tool across five sustainability dimensions: ecology, economy, society, technology, and institutions. The results showed that EAA integration enhances the comprehensive assessment framework, especially in the social and institutional dimensions. Overall, seaweed cultivation in Sampolawa Bay was categorized as moderately sustainable with an index value of 60.64. The social and ecological dimensions were the main pillars of sustainability, whereas the economic dimension was a limiting factor requiring attention, particularly regarding market accessibility and price stability to ensure the sustainability of seaweed cultivation in the future.*

Keywords: ecosystem approach to aquaculture (EAA), Euचेuma cottonii, sustainability, rapfish, seaweed

* Korespondensi Penulis
Email : muhaimin.a.maruf@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Budidaya rumput laut merupakan salah satu aktivitas pemanfaatan jasa ekosistem dengan laju pertumbuhan tercepat di dunia (Garlock *et al.* 2024). Pada tahun 2020 produksi budidaya rumput laut global mencapai lebih dari 35 juta ton, dengan Indonesia berkontribusi sebesar 27% dari total produksi tersebut (Cai *et al.* 2021; FAO 2022). Berdasarkan data statistik perikanan dan kelautan Indonesia, produksi budidaya rumput laut pada tahun 2024 mencapai 10,8 juta ton, mengalami peningkatan sebesar 10,82% dibandingkan tahun sebelumnya (KKP 2025). Meskipun menunjukkan peningkatan yang signifikan, namun budidaya rumput laut di Indonesia didominasi oleh pembudidaya skala kecil yang tergolong rentan terhadap tekanan internal maupun eksternal (Buschmann *et al.* 2017; Rimmer *et al.* 2021).

Seiring dengan peningkatan yang terjadi, masih terdapat kritik tajam atas keberlanjutan aspek ekologi dan sosial budidaya rumput laut seiring dengan dorongan pencapaian tujuan ekonomi (Valenti *et al.* 2018; Garlock *et al.* 2024). Menurut Cai *et al.* (2021) masih banyak kegiatan budidaya yang mengabaikan daya dukung kawasan, selain itu konflik kawasan dan lemahnya aspek kelembagaan turut menjadi aspek pembatas perkembangan budidaya rumput laut. Menurut Andaki *et al.* (2025) fluktuasi harga dan hasil produksi, serta keterbatasan aspek pengawasan sebagai hambatan serius. Selain itu, Aslan *et al.* (2020) menekankan rendahnya kualitas bibit dan kurangnya dukungan teknologi berkontribusi terhadap rendahnya produktifitas.

Penilaian keberlanjutan budidaya rumput laut memerlukan pendekatan multidimensi (Valenti *et al.* 2018; Andaki *et al.* 2025). Salah satu alat yang banyak digunakan dalam penilaian keberlanjutan adalah *Rapfish*. Metode ini dikembangkan oleh University of British Columbia dan dikenal karena kemampuannya yang adaptif dan efisien dalam menilai keberlanjutan multidimensi (Pitcher dan Preikshot 2001; Fauzi dan Anna 2005). Di Indonesia, *Rapfish* telah banyak diterapkan dalam studi keberlanjutan budidaya rumput laut, seperti di Kabupaten Parigi Moutong, Sulawesi Tengah (Laapo *et al.* 2021), Kabupaten Muna (Yusuf *et al.* 2023) dan Kota Bau-bau, Sulawesi Tenggara (Annisa *et al.* 2023).

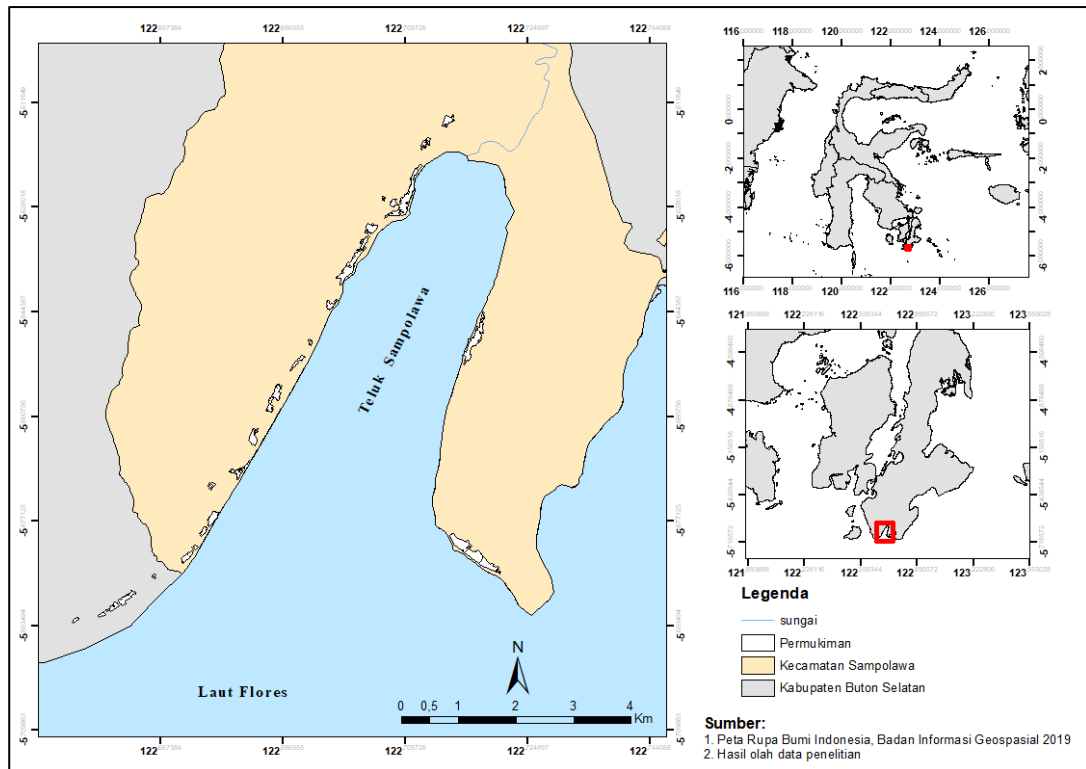
Kerangka EAA merupakan implementasi spesifik dari model pengelolaan *Ecosystem Approach* (EA) pada aspek budidaya untuk menjamin praktik budidaya yang berkontribusi positif bagi ekosistem dan kesejahteraan masyarakat secara berkelanjutan (Soto et al. 2008; Brugère et al. 2019). EAA memiliki tiga prinsip yaitu: (1) pengelolaan yang mempertimbangkan interaksi antara sistem ekologi dan sistem sosial; (2) kontribusi budidaya terhadap kesejahteraan masyarakat harus dioptimalkan dalam konteks yang adil dan inklusif; dan (3) pengembangan budidaya harus dilakukan di dalam batasan daya dukung ekosistem (FAO 2010). Prinsip EAA bukan hanya sebuah kerangka konseptual pengelolaan budidaya berkelanjutan, namun juga sebuah pendekatan analitik yang mengintegrasikan dimensi ekologi, ekonomi dan sosial secara seimbang dalam menilai keberlanjutan suatu sistem budidaya (Soto et al. 2008; Byron dan Costa-Pierce 2013; Brugère et al. 2019).

Penggunaan *Rapfish* dalam penilaian keberlanjutan budidaya rumput laut telah banyak dilakukan, namun mayoritas studi masih mengacu pada perangkat atribut yang bersifat umum yang tidak secara tegas mengacu pada prinsip pendekatan tertentu. Meskipun fungsional, namun belum sepenuhnya menangkap kompleksitas pada sistem budidaya rumput laut. Keterbatasan ini menegaskan pentingnya integrasi pendekatan yang lebih holistik dalam penilaian keberlanjutan salah satunya melalui integrasi prinsip EAA. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengintegrasikan prinsip EAA pada penilai keberlanjutan multidimensi budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa, Kabupaten Buton Selatan.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi kajian dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan April-Juni 2025 bertempat di Kecamatan Katilombu, Kecamatan Sampolawa, Kabupaten Buton Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara.



Gambar 1. Lokasi penelitian Teluk Sampolawa, Kabupaten Buton Selatan.

2.2. Prosedur analisis data

Data pada penelitian ini meliputi data primer yang diperoleh dari hasil observasi dan wawancara, serta data sekunder yang berasal dari hasil studi pustaka. Responden pada penelitian berjumlah 40 orang, dipilih secara *purposive sampling* dari kelompok pembudidaya rumput laut, pelaku usaha, masyarakat lokal serta *stakeholder* yang terlibat dalam aktivitas budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa. Penilaian keberlanjutan multidimensi budidaya rumput laut menggunakan metode *Multidimensional Scaling (MDS)* dengan alat analisis *Rapfish* (Fauzi dan Anna 2005).

MDS merupakan suatu teknik statistik yang mengukur objek-objek dalam ruang multidimensional berdasarkan pada penilaian responden terhadap kemiripan (*similarity*) objek kajian (Saeed *et al.* 2019). Analisis MDS dilakukan berdasarkan tahapan Alder *et al.* (2000), yang diawali dengan penentuan dimensi dan atribut keberlanjutan berdasarkan studi pustaka, prinsip *Ecosystem Approach to Aquaculture (EAA)*, serta relevansinya dengan kondisi lokal. Selanjutnya, setiap atribut kegiatan budidaya didefinisikan secara operasional untuk memastikan keseragaman pemahaman dalam proses penilaian, dengan kriteria yang merepresentasikan kondisi ideal (*good*), buruk (*bad*), dan kondisi antara.

Tahap berikutnya adalah penyusunan nilai skor dan penentuan titik referensi, dengan menggunakan rentang skor 0–3, di mana nilai 3 menunjukkan kondisi ideal dan 0 kondisi buruk, meskipun rentang lain seperti 1–10 dapat digunakan selama konsisten antara titik *bad-good* (Kavanagh dan Pitcher 2004). Ordinasasi MDS kemudian dilakukan secara terpisah pada setiap dimensi keberlanjutan untuk memetakan unit budidaya dan titik referensi dalam ruang multidimensi menggunakan jarak *Euclidean*, sehingga diperoleh nilai indeks keberlanjutan (Fauzi dan Anna 2005; Annisa et al. 2023). Selanjutnya, analisis *leverage* digunakan untuk mengidentifikasi atribut yang paling sensitif terhadap perubahan nilai indeks, yang diukur berdasarkan nilai *root mean square* (RMS) dari perubahan ordinasasi. Untuk menguji kestabilan hasil dan mengukur ketidakpastian akibat variasi skor atribut, dilakukan simulasi *Monte Carlo*. Tahap akhir adalah penentuan status keberlanjutan berdasarkan nilai ordinasasi pada masing-masing dimensi, dengan mengacu pada klasifikasi keberlanjutan yang dikembangkan oleh Kavanagh dan Pitcher (2004) (**Tabel 1**).

Tabel 1. Indeks keberlanjutan budidaya rumput laut.

Indeks	Kategori
0-24,9	Tidak berkelanjutan
25-49,9	Kurang berkelanjutan
50-74,9	Cukup berkelanjutan
75-100	Sangat berkelanjutan

Validitas data dan reliabilitas hasil analisis dinilai berdasarkan kestabilan hasil ordinasasi MDS terhadap variasi penilaian atribut. Indikator yang digunakan adalah selisih nilai ordinasasi MDS dan simulasi *Monte Carlo*, selisih yang kecil menunjukkan ketidakpastian rendah dan hasil yang lebih reliabel (Alder et al. 2000; Laapo et al. 2021). Selain itu, kualitas ordinasasi dievaluasi melalui nilai *standardized residual sum of squares* (stress) dan koefisien determinasi (R^2), di mana nilai *stress* <0,20–0,25 dan R^2 mendekati satu menunjukkan kecocokan yang baik antara data dan konfigurasi ordinasasi (Pitcher dan Preikshot 2001; Kavanagh dan Pitcher 2004).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Integrasi prinsip *ecosystem approach to aquaculture* pada dimensi dan atribut keberlanjutan

Pemilihan dimensi dan atribut keberlanjutan pada penelitian ini dirancang untuk merepresentasikan prinsip utama EAA, yaitu keberlanjutan ekosistem, kesejahteraan dan pemerataan sosial masyarakat, dan tata kelola (Soto *et al.* 2008), dengan tetap mempertimbangkan karakteristik lokal budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa. Berdasarkan hasil observasi lapang dan studi pustaka maka penilaian dilakukan pada lima dimensi keberlanjutan yakni ekologi, ekonomi, sosial, teknologi dan kelembagaan serta enam atribut yang mewakili aspek dimensi keberlanjutan budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa (**Tabel 2**).

Tabel 2. Konektivitas prinsip EAA dan atribut keberlanjutan budidaya rumput laut.

Prinsip EAA	Dimensi	Atribut	Kriteria penilaian	Skor
Keberlanjutan Ekologi	Ekologi	1. Kesesuaian lokasi	▪ Kondisi kualitas air	0-3
		2. Daya dukung	▪ Daya dukung fisik kawasan	
		3. Serangan penyakit	▪ Tingkat kemampuan penanggulangan penyakit	
		4. Serangan hama	▪ Tingkat kemampuan penanggulangan hama	
		5. Produktivitas budidaya	▪ Kondisi hasil produksi per siklus	
		6. Ancaman antropogenik	▪ Tingkat ancaman antropogenik	
Keberlanjutan Teknologi	Teknologi	1. Ketersediaan input produksi	▪ Kemudahan memperoleh input produksi budidaya	0-3
		2. Penguasaan pengetahuan dan teknologi budidaya	▪ Tingkat penguasaan metode dan teknologi budidaya	
		3. Penguasaan dan penerapan CBIB	▪ Penerapan sertifikasi CBIB	
		4. Akses teknologi informasi	▪ Kemampuan akses dan pemanfaatan teknologi informasi	
		5. Proses <i>sharing</i> informasi dan teknologi budidaya	▪ Intensitas proses pertukaran informasi antar pembudidaya	
		6. Sarana dan prasarana	▪ Ketersediaan sarana-prasarana	
Keberlanjutan Sosial dan kesetaraan	Sosial	1. Tingkat Pendidikan	▪ Tingkat Pendidikan formal pembudidaya	0-3
		2. Sosial kapital	▪ Pola hubungan masyarakat	
		3. Kesetaraan gender	▪ Komposisi gender dalam kesempatan kerja	
		4. Konflik	▪ Frekuensi konflik dalam 5 tahun terakhir	
		5. Akses Kesehatan dan pendidikan	▪ Kemampuan akses layanan kesehatan dan pendidikan	
		6. Penerimaan masyarakat	▪ Tingkat penerimaan masyarakat terhadap kegiatan budidaya rumput laut	
Keberlanjutan Ekonomi	Ekonomi	1. Akses pasar	▪ Potensi permintaan pasar	0-3
		2. Kelayakan usaha	▪ Analisis keuntungan dan <i>Revenue-Cost Ratio</i>	
		3. Stabilitas harga	▪ Perkembangan harga jual	
		4. Diversifikasi pendapatan	▪ Adanya sumber pendapatan selain budidaya rumput laut	

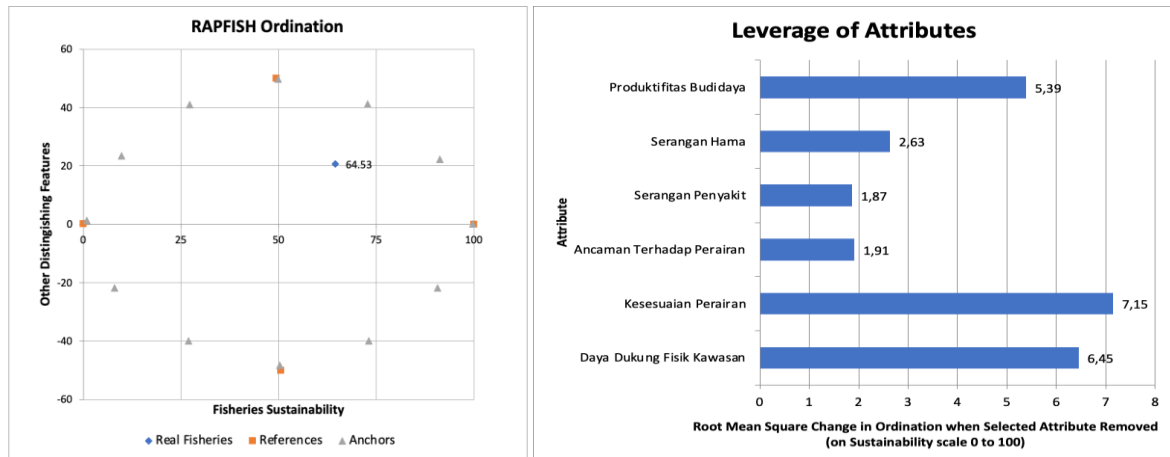
Prinsip EAA	Dimensi	Atribut	Kriteria penilaian	Skor
		5. Tenaga kerja 6. Struktur modal usaha	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pemanfaatan tenaga kerja lokal ▪ Proporsi modal usaha 	
Tata Kelola	Kelembagaan	1. Kelembagaan budidaya 2. Mekanisme pengambilan keputusan 3. Penyuluh perikanan 4. Kelembagaan permodalan 5. Koordinasi antar <i>stakeholder</i> 6. Pengawasan dan sanksi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adanya lembaga dan aturan yang mengikat pembudidaya ▪ Adanya metode pengambilan keputusan yang demokratis ▪ Ketersediaan SDM penyuluh ▪ Adanya pelayanan kelembagaan permodalan ▪ Tingkat koordinasi antar <i>stakeholder</i> ▪ Adanya kelembagaan yang penerapan pengawasan dan sanksi 	0-3

Integrasi prinsip EAA ke dalam penilaian keberlanjutan pada penelitian ini memberikan matriks atribut yang berbeda secara substantif dibandingkan penelitian lain berbasis *Rapfish*, seperti budidaya rumput laut di Kabupaten Parigi Moutong, Sulawesi Tengah (Laapo *et al.* 2021), Kota Bau-bau (Annisa *et al.* 2023), Kabupaten Muna (Yusuf *et al.* 2023) yang menekankan dimensi ekologi dan ekonomi dengan penguatan pada atribut terkait aspek biofisik dan kinerja usaha, namun dimensi sosial dan kelembagaan masih direpresentasikan secara umum seperti tingkat pendidikan, konflik, ataupun keberadaan kelompok dan kelembagaan formal. Penelitian Lasima (2022) terkait penilaian keberlanjutan budidaya udang windu di Kabupaten Pinrang, Sulawesi Selatan, telah mengaitkan prinsip EAA dalam pemilihan atribut keberlanjutan, namun belum mengeksplorasi secara mendalam khususnya aspek inklusi sosial dan inovasi teknologi yang cukup penting dalam EAA.

Pada penelitian ini penguatan dilakukan melalui atribut yang merepresentasikan inklusi sosial (kesetaraan gender), keadilan resiliensi (diversifikasi pendapatan), pemerataan ekonomi (tenaga kerja), kapasitas komunitas (penerimaan masyarakat, sosial kapital), kapasitas tata kelola (koordinasi antar *stakeholder*, pengawasan dan sanksi, mekanisme pengambilan keputusan), serta teknologi (penerapan CBIB, akses teknologi informasi, proses *sharing* informasi dan teknologi budidaya). Atribut-atribut tersebut memperluas konsep penilaian keberlanjutan berbasis *Rapfish*, khususnya pada dimensi sosial dan kelembagaan yang sangat krusial bagi keberlanjutan budidaya rumput laut yang didominasi pembudidaya skala kecil yang rentan terhadap tekanan sosial dan ekonomi.

3.2. Status keberlanjutan dimensi ekologi

Dimensi ekologi budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa berada pada kategori cukup berkelanjutan (indeks 64,53) (**Gambar 2**). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi biofisik perairan masih mendukung keberlanjutan budidaya rumput laut, walaupun belum pada kondisi optimal. Berdasarkan hasil analisis *leverage*, keberlanjutan dimensi ekologi dipengaruhi oleh atribut kualitas perairan, daya dukung fisik kawasan dan produktivitas budidaya (**Gambar 2**).

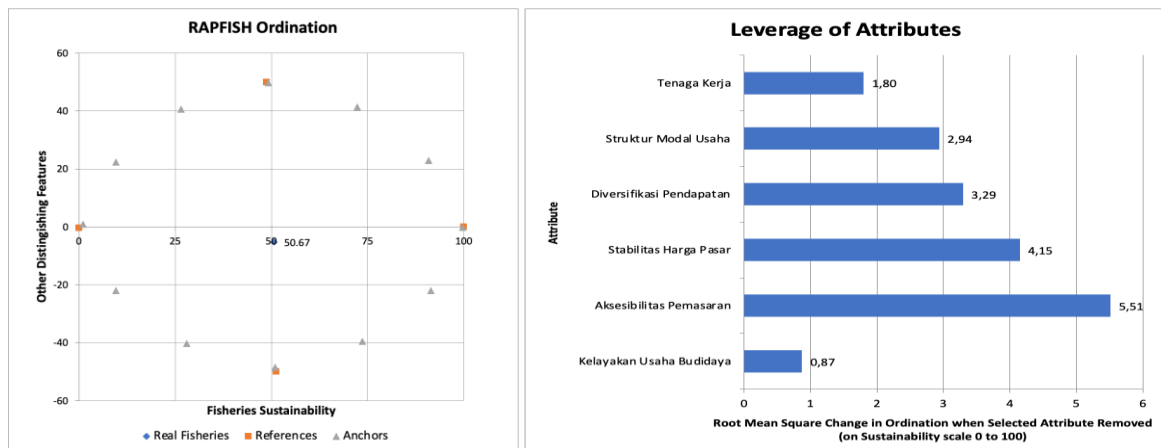


Gambar 2. Hasil ordinasi MDS dan analisis *leverage* dimensi ekologi budidaya rumput laut.

Kondisi kualitas perairan Teluk Sampolawa sangat mendukung untuk kegiatan budidaya rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* dan jumlah rakit yang beroperasi masih berada dalam rentang daya dukung fisik perairan. Temuan ini mengimplikasikan bahwa produktivitas budidaya yang menurun belum menjadi faktor pembatas selama kondisi kedua atribut kualitas perairan dan daya dukung fisik kawasan tetap terjaga. Namun, peningkatan jumlah penduduk berpotensi meningkatkan tekanan antropogenik terhadap perairan yang dapat memicu degradasi lingkungan. Meskipun atribut ancaman terhadap perairan menunjukkan nilai RMS yang rendah, namun atribut ini memiliki pengaruh yang besar terhadap atribut pengungkit utama khususnya kualitas perairan. Oleh karena itu prioritas pengelolaan dimensi ekologi perlu difokuskan pada perlindungan kualitas perairan melalui pengendalian tekanan antropogenik, sebagai bentuk pencegahan risiko perubahan indeks keberlanjutan.

3.3. Status keberlanjutan dimensi ekonomi

Dimensi ekonomi keberlanjutan budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa berada pada kategori kurang berkelanjutan (indeks 50,67) (**Gambar 3**). Analisis *leverage* memperlihatkan bahwa aksesibilitas pemasaran dan stabilitas harga pasar menjadi faktor penting pendukung keberlanjutan budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa (**Gambar 3**).

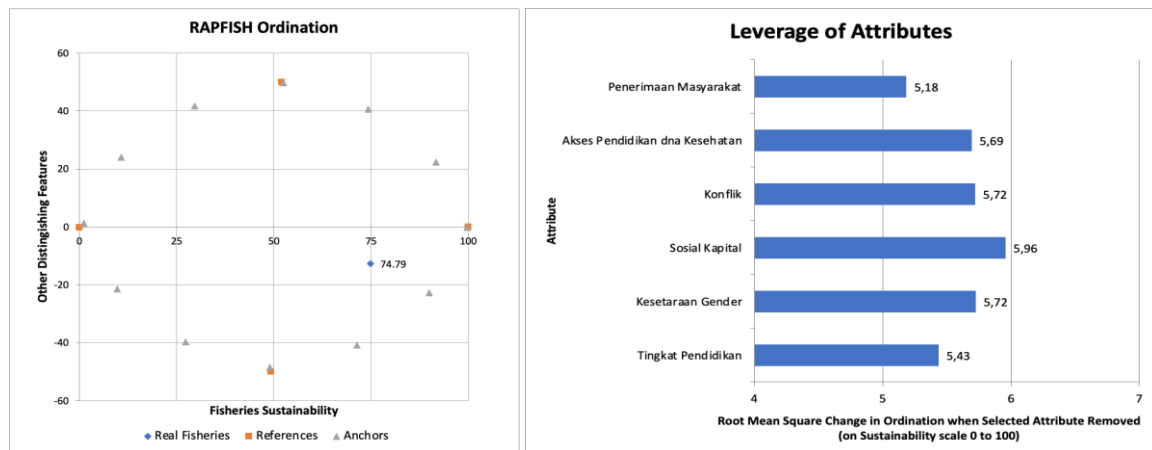


Gambar 3. Hasil ordinasasi MDS dan analisis *leverage* dimensi ekonomi budidaya rumput laut.

Hasil produksi budidaya rumput laut dijual dalam bentuk kering dengan kisaran harga Rp.15.000,- hingga Rp.25.000,- per kilogram. Penjualan dilakukan melalui transaksi langsung antar pembudidaya dengan pedagang pengumpul yang ada di Kota Bau-bau. Tidak ada kontrak penjualan maupun hubungan *patron-client* dalam aktivitas budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa, kondisi ini cukup memberikan keleluasaan daya tawar bagi pembudidaya. Menurut Ahila *et al.* (2025) hubungan kontraktual cenderung merugikan pihak pembudidaya karena adanya kewajiban penjualan pada pemberi kontrak dengan harga yang cenderung ditetapkan secara sepihak. Namun, Terlepas dari kondisi tersebut posisi pembudidaya tetap lemah karena kurangnya jalur pemasaran hasil panen. Berdasarkan kondisi tersebut, maka strategi pengelolaan dimensi ekonomi dapat dilakukan dengan penguatan jaringan akses pemasaran dan stabilisasi harga. Hal ini dapat dicapai dengan peningkatan nilai tambah, dan diversifikasi produk, dengan adanya peningkatan variasi produk dapat membuka jalur pemasaran baru dan memperkuat posisi tawar pembudidaya.

3.4. Status keberlanjutan dimensi sosial

Dimensi sosial keberlanjutan budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa berada pada kategori cukup berkelanjutan dengan nilai ordinasi 74,79 (**Gambar 4**). Hal ini menunjukkan bahwa sistem sosial masyarakat pesisir di Teluk Sampolawa relatif mendukung kegiatan budidaya rumput laut. Atribut pengungkit berdasarkan analisis *leverage* adalah sosial kapital, konflik dan kesetaraan gender (**Gambar 4**). Nilai RMS analisis *leverage* antar atribut relatif berdekatan, dengan kata lain tidak terdapat atribut yang berperan secara dominan sebagai pengungkit utama keberlanjutan.

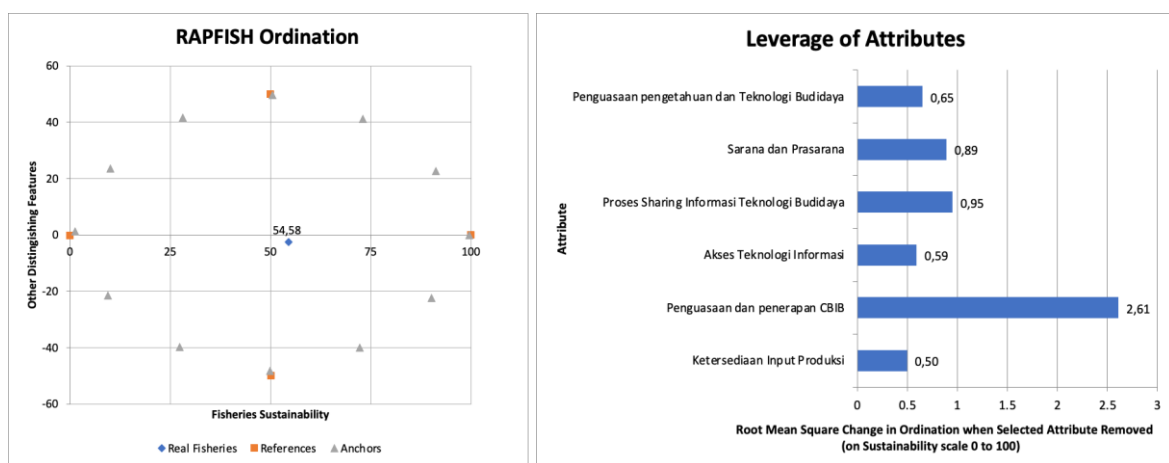


Gambar 4. Hasil ordinasi MDS dan analisis *leverage* dimensi sosial budidaya rumput laut.

Modal sosial memainkan peranan yang besar dalam menjaga harmoni sosial kegiatan budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa, hal ini tercermin dari minimnya frekuensi konflik yang terjadi, baik antara sesama pembudidaya ataupun pembudidaya dengan masyarakat lokal. Penerimaan masyarakat yang baik akan kegiatan budidaya salah satunya dikarenakan pemanfaatan tenaga kerja lokal serta keterlibatan perempuan dan kesetaraan gender dalam setiap tahapan aktivitas budidaya. Meskipun tingkat pendidikan pembudidaya tergolong rendah, namun belum menjadi faktor pembatas keberlanjutan karena pemahaman teknis budidaya umumnya terjadi secara informal melalui diskusi. Prioritas pengelolaan pada dimensi sosial dapat diarahkan pada upaya kolektif yang berfokus pada atribut sosial kapital melalui penguatan ruang diskusi kolektif antar pembudidaya atau penguatan mekanisme sosial yang sudah ada menjadi kelembagaan formal. Selain itu penguatan peran perempuan dan kesetaraan gender perlu dipertahankan karena terbukti berkontribusi terhadap stabilitas sosial dan ekonomi masyarakat.

3.5. Status keberlanjutan dimensi teknologi

Dimensi teknologi berada pada kategori cukup berkelanjutan (indeks 54,58) (**Gambar 5**). Hal ini menunjukkan bahwa praktik teknologi yang diterapkan mampu menopang keberlanjutan namun belum berjalan optimal. Penguasaan dan penerapan CBIB merupakan atribut pengungkit utama keberlanjutan budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa, dengan nilai RMS yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan atribut lainnya (**Gambar 5**). Hal ini mengindikasikan bahwa keberlanjutan akan dominan dipengaruhi oleh kualitas dan konsistensi praktik budidaya yang sesuai standar CBIB.

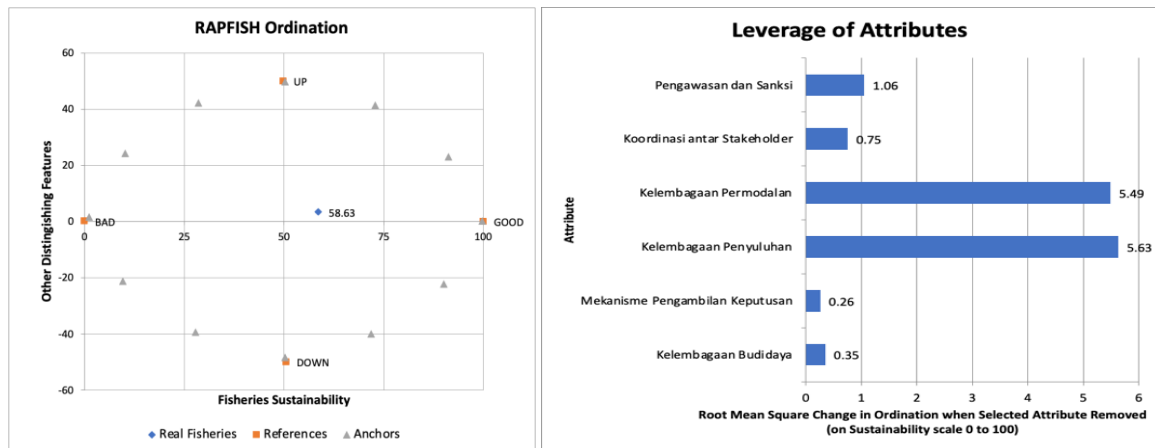


Gambar 5. Hasil ordinasinya MDS dan analisis *leverage* dimensi teknologi budidaya rumput laut.

Teknologi budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa masih bersifat tradisional dengan teknologi yang sederhana, di mana pembesaran menggunakan metode rakit apung sistem satu jangkar dan pengeringan memanfaatkan angin dan sinar matahari pada meja jemur yang disebut *para-para*. Strategi pengelolaan dimensi teknologi diarahkan pada penguatan pengetahuan dan penerapan CBIB dengan melakukan pendampingan teknis, dan peningkatan kapasitas pembudidaya. Peningkatan kapasitas ini dapat difokuskan pada penguasaan akses teknologi informasi untuk meningkatkan kapasitas adaptif dan inovasi teknologi budidaya.

3.6. Status keberlanjutan dimensi kelembagaan

Dimensi kelembagaan budidaya rumput laut cukup berkelanjutan (58,63), dengan kelembagaan permodalan dan kelembagaan penyuluhan muncul sebagai atribut paling dominan atau pengungkit utama keberlanjutan (**Gambar 6**). Hal ini menegaskan pentingnya institusi pendukung akses pembiayaan dan penguatan kapasitas pembudidaya dalam menjaga aktivitas budidaya tetap berjalan.



Gambar 6. Hasil ordinas MDS dan analisis *leverage* dimensi kelembagaan budidaya rumput laut.

Pembudidaya rumput laut di Teluk Sampolawa belum memanfaatkan lembaga permodalan secara maksimal, hal ini tercermin dari struktur modal usaha yang masih didominasi pembiayaan pribadi. Kondisi ini membatasi kapasitas pengembangan usaha terutama pada peningkatan sarana produksi dan adopsi teknologi yang lebih efisien. Sebaliknya, kelembagaan penyuluh perikanan memainkan peran strategis melalui transfer informasi, penerapan teknologi dan pendampingan adaptif yang mendukung pengambilan keputusan dalam menghadapi dinamika ekologi dan pasar.

Atribut mekanisme pengambilan keputusan dan kelembagaan budidaya, menunjukkan pengaruh yang relatif rendah berdasarkan analisis *leverage*, hal ini dikarenakan kuatnya mekanisme informal berbasis modal sosial, norma lokal dan musyawarah. Mekanisme ini cukup efektif dalam mengatur kegiatan budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa, sehingga strategi pengelolaan pada dimensi kelembagaan harus menguatkan mekanisme informal ini melalui pengaturan kelembagaan yang legal dan mengikat, khususnya terkait pengaturan zonasi dan batasan jumlah rakit yang diperbolehkan beroperasi dalam kawasan teluk maupun jumlah rakit yang boleh dimiliki oleh satu individu.

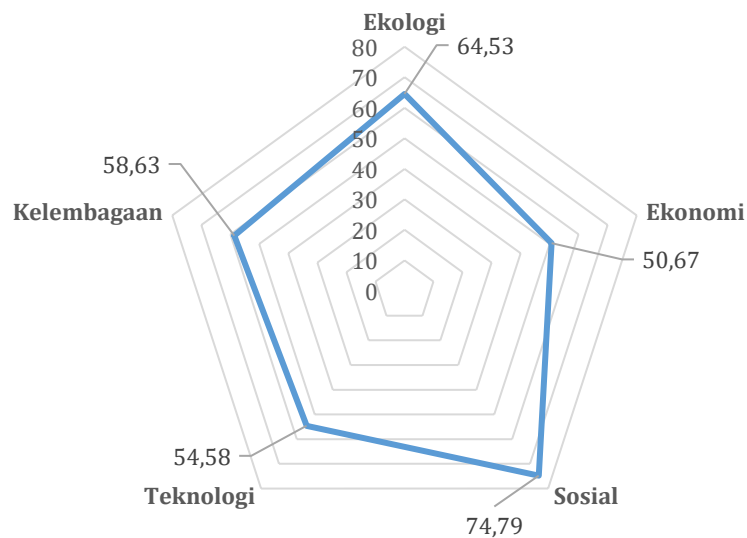
3.7. Status keberlanjutan multidimensi budidaya rumput laut

Penilaian keberlanjutan multidimensi menunjukkan budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa berada pada kategori cukup berkelanjutan (60,64), namun dengan tingkat capaian yang bervariasi antar dimensi (**Tabel 3**). Nilai indeks ini juga menggambarkan bahwa secara keseluruhan budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa masih menyisakan ruang yang cukup besar untuk pengembangan dan perbaikan.

Tabel 3. Indeks dan status keberlanjutan budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa.

Dimensi	Indeks	Status
Ekologi	64,53	Cukup berkelanjutan
Ekonomi	50,67	Kurang berkelanjutan
Sosial	74,79	Cukup berkelanjutan
Teknologi	54,58	Cukup berkelanjutan
Kelembagaan	58,63	Cukup berkelanjutan
Rata-rata	60,64	Cukup berkelanjutan

Pola ketidakseimbangan antar dimensi yang ter gambarkan dalam diagram radar menunjukkan keberlanjutan budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa ditopang oleh kekuatan dari dimensi sosial (74,79) dan dimensi ekologi (64,53) (**Gambar 7**). Sebaliknya dimensi ekonomi berpotensi menjadi *bottleneck* dalam keberlanjutan, hal ini ditunjukkan dari nilai indeks terendah dibandingkan dengan dimensi yang lain. Kondisi ini mengindikasikan bahwa keberlanjutan berpotensi terhambat apabila permasalahan dimensi ekonomi tidak ditangani dengan baik dan terarah. Berdasarkan hal tersebut maka untuk mencapai keberlanjutan strategi pengelolaan difokuskan pada atribut dengan *leverage* tertinggi pada masing-masing dimensi, namun dengan mengutamakan penyelesaian permasalahan keberlanjutan pada dimensi ekonomi yang berada pada kategori kurang berkelanjutan. Dimensi keberlanjutan lain tetap memerlukan penguatan agar dapat bergerak menuju tingkat keberlanjutan yang lebih tinggi dan menopang keberlanjutan sistem secara utuh dan dalam jangka panjang.



Gambar 7. Indeks keberlanjutan budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa.

Hasil analisis RAP-Multidimensi memperlihatkan rata-rata nilai *stress* sebesar 0,15%, dan nilai R^2 sebesar 94% (**Tabel 4**). Nilai ini menunjukkan bahwa rentan kepercayaan terhadap hasil analisis telah akurat dan dapat dipertanggung jawabkan, hal sejalan dengan pendapat Kavanagh & Pitcher (2004) dan Pitcher & Preikshot (2001), bahwa semakin kecil nilai *stress* (< dari 25%) dan nilai R^2 mendekati 100 maka hasil analisis semakin baik dan dapat dipercaya.

Tabel 4. Parameter statistik (*goodness of fit*) analisis indeks keberlanjutan.

Dimensi	<i>Stress</i> (%)	R^2 (%)
Ekologi	0,15	94
Ekonomi	0,15	94
Sosial	0,15	94
Teknologi	0,17	93
Kelembagaan	0,16	94
Rata-rata	0,15	94

Hasil ordinasasi MDS dan simulasi *Monte Carlo* menunjukkan kisaran selisih nilai yang sangat kecil pada seluruh dimensi keberlanjutan (**Tabel 5**). Perbedaan nilai yang kecil mengindikasikan bahwa posisi keberlanjutan tidak banyak berubah meskipun terjadi variasi dalam penilaian atribut, sehingga hasil yang diperoleh dianggap stabil dan cukup andal untuk digunakan dalam analisis.

Tabel 5. Nilai indeks keberlanjutan MDS dan *Monte Carlo*.

Dimensi	MDS	Monte Carlo	Selisih
Ekologi	64.53	64.29	0.24
Ekonomi	50.67	50.48	0.19
Sosial	74.79	72.90	1.89
Teknologi	54.58	54.26	0.32
Kelembagaan	58.63	58.51	0.12
Rata-rata	60.64	60.09	0.552

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Integrasi prinsip EAA ke dalam penilaian keberlanjutan multidimensi menggunakan *Rapfish* memperluas pemahaman konseptual khususnya pada dimensi sosial dan kelembagaan. Budidaya rumput laut di Teluk Sampolawa berada pada kategori cukup berkelanjutan dengan nilai indeks sebesar 60,64. Penopang utama keberlanjutan adalah dimensi sosial dan dimensi ekologi, sedangkan dimensi ekonomi menjadi faktor pembatas yang berpotensi menghambat keberlanjutan apabila tidak dikelola secara baik dan terarah. Prioritas kebijakan perlu diarahkan pada penguatan dimensi ekonomi, khususnya peningkatan akses pasar dan stabilitas harga melalui peningkatan nilai tambah dan diversifikasi produk hasil budidaya.

Pada saat yang sama perlindungan terhadap kualitas perairan dari ancaman antropogenik dan pengendalian daya dukung fisik kawasan melalui aturan zonasi memerlukan legalitas kelembagaan yang jelas dan mengikat. Penelitian ini memiliki keterbatasan metodologis terkait jumlah dan karakteristik responden serta subjektivitas responden pada proses *scoring* atribut, walaupun secara parameter statistik stabil dan dapat dipercaya. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya diharapkan melibatkan responden yang lebih luas dengan pendekatan dan kemampuan wawancara yang lebih baik.

5. DAFTAR PUSTAKA

Ahila M, Qureshi NW, Krishna M, Ananthan PS, Jhonson B and Gopalakrishnan BN. 2025. Socio-economic challenges for the wild harvested seaweed sector development: the value chain mapping and strategies for its institutionalization. *Socioecon Chall* 9(2):260–281. doi:10.61093/sec.9(2).260-281.2025.

- Alder J, Pitcher TJ, Preikshot D, Kaschner K and Ferriss BE. 2000. How good is good: a rapid appraisal technique for evaluation of the sustainability status of fisheries of the North Atlantic. *Fish. Cent. UBC*.
- Andaki JA, Tumbol RA and Rantung SV. 2025. Status of sustainable livelihoods of seaweed cultivators on Nain Island, North Sulawesi Province, Indonesia. *Int. J. For. Anim. Fish. Res.* 9(1):01–09. doi:10.22161/ijfaf.9.1.1.
- Annisa N, Samawi MF and Idrus MR. 2023. Status of seaweed *K. alvarezii* cultivation sustainability as a strategic direction for seaweed management in Baubau City, Southeast Sulawesi. *J. Penelit. Pendidik. IPA.* 9(2):931–937. doi:10.29303/jppipa.v9i2.2874.
- Aslan LOM, Cahyani H, Hardianti H, Kurnia DP, Febriani A, Prity NA, Ariskanti, Anastasia H, Disnawati and Iba W. 2020. Field cultivation of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex silva using tissue-cultured seedlings at Bungin Permai Coastal Waters, South Konawe, Southeast (Se) Sulawesi: The Third Year Of Seaweed Growth Monitoring. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 473(1):012007. doi:10.1088/1755-1315/473/1/012007.
- Brugère C, Aguilar-Manjarrez J, Beveridge MCM dan Soto D. 2019. The ecosystem approach to aquaculture 10 years on – a critical review and consideration of its future role in blue growth. *Rev. Aquac.* 11(3):493–514. doi:10.1111/raq.12242.
- Buschmann AH, Camus C, Infante J, Neori A, Israel Á, Hernández-González MC, Pereda SV, Gomez-Pinchetti JL, Golberg A, Tadmor-Shalev N. 2017. Seaweed production: overview of the global state of exploitation, farming and emerging research activity. *Eur. J. Phycol.* 52(4):391–406.
- Byron CJ and Costa-Pierce BA. 2013. Carrying capacity tools for use in the implementation of an ecosystems approach to aquaculture. *Site Sel. Carr. Capacit. Inland Coast. Aquac.*:87–101.
- Cai L, Dabbadie J, Lovatelli A, Aguilar-Manjarrez J and Cornish L. 2021. *Fisheries Seaweeds and Microalgae: An Overview for Unlocking*. No. 1229. FAO. Rome.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2010. *Aquaculture Development. 4: Ecosystem Approach to Aquaculture*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. (FAO technical guidelines for responsible fisheries / Food and Agriculture Organization of the United Nations).

- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Toward Blue Transformation. Rome.
- Fauzi A dan Anna S. 2005. *Pemodelan Sumber Daya Perikanan dan Kelautan untuk Analisis Kebijakan*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Garlock TM, Asche F, Anderson JL, Eggert H, Anderson TM, Che B, Chávez CA, Chu J, Chukwuone N and Dey MM. 2024. Environmental, economic, and social sustainability in aquaculture: the aquaculture performance indicators. *Nat Commun.* 15(1):5274. doi:10.1038/s41467-024-49556-8.
- Kavanagh P and Pitcher TJ. 2004. Implementing microsoft excel software for Rapfish : a technique for the rapid appraisal of fisheries status. doi:10.14288/1.0074801.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2025. Volume produksi perikanan budidaya pembesaran komoditas rumput laut per provinsi. Tersedia pada: <https://satudata.kkp.go.id>
- Laapo A, Howara D, Kassa S, Sultan H and Rahim Abd. 2021. A multidimensional approach to assessing the leverage factors of the sustainability of seaweed farming in coastal area of Parigi Moutong District, Indonesia. *Journal of Aquac. Fish Health* 10(3):271. doi:10.20473/jafh.v10i3.24281.
- Lasima W. 2022. *Strategi penerapan akuakultur dengan pendekatan ekosistem pada komoditas udang windu di Kabupaten Pinrang Sulawesi Selatan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pitcher TJ and Preikshot D. 2001. Rapfish: a rapid appraisal technique to evaluate the sustainability status of fisheries. *Fish. Res.* 49(3):255–270. doi:10.1016/S0165-7836(00)00205-8.
- Rimmer MA, Larson S, Lapong I, Purnomo AH, Pong-masak PR, Swanepoel L and Paul NA. 2021. Seaweed aquaculture in indonesia contributes to social and economic aspects of livelihoods and community wellbeing. *Sustain Switz* 13(19):1–22. doi:10.3390/su131910946.
- Saeed N, Nam H, Haq MIU and Muhammad Saqib DB. 2019. A survey on multidimensional scaling. *ACM Comput. Surv* 51(3):1–25. doi:10.1145/3178155.
- Soto D, Aguilar-Manjarrez J and Hishamunda N. 2008. *Building an Ecosystem Approach To Aquaculture: FAO/Universitat De Les Illes Balears Expert Workshop* 7-11

MAY 2007, PALMA DE MALLORCA, SPAIN. ROME: FAO. (FAO FISHERIES and aquaculture proceedings).

Valenti WC, Kimpara JM, Preto BDL and Moraes-Valenti P. 2018. Indicators of sustainability to assess aquaculture systems. *Ecol. Indic.* 88:402–413.doi:10.1016/j.ecolind.2017.12.068.

Yusuf LOMI, Ismail A dan Nuva N. 2023. Evaluasi status keberlanjutan budidaya rumput laut di Kecamatan Pasikolaga Kabupaten Muna (Pendekatan Rappfish-Multi Dimensional Scaling). *J. Ilmu Lingkung.* 21(1):150–158.doi:10.14710/jil.21.1.150-158.