

---

**Keberlanjutan pengelolaan tambak udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*)  
berbasis multi-dimensi di Desa Bottolempangen**

***Multidimensionally-based sustainability of vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*) pond management in Bottolempangen Village***

**Syarifuddin<sup>1\*</sup>, Jayadi<sup>2</sup>, Harlina<sup>2</sup>, Hasnida<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Doktorat Ilmu Perikanan, Universitas Muslim Indonesia Makassar

<sup>2</sup>Program Studi Doktorat Ilmu Perikanan, Universitas Muslim Indonesia Makassar

\*Penulis Korespondensi: [syarif.syarifkp@gmail.com](mailto:syarif.syarifkp@gmail.com)

Diterima Tanggal 18 September 2025, Disetujui Tanggal 30 Januari 2026

DOI <https://doi.org/10.51978/japp.v26i1.16>

**Abstrak**

Pengembangan budidaya udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) di kawasan pesisir memiliki peran strategis dalam mendukung ketahanan pangan dan peningkatan ekspor perikanan nasional. Namun demikian, pengelolaan tambak yang tidak memperhatikan aspek keberlanjutan berpotensi menimbulkan degradasi lingkungan dan penurunan produktivitas jangka panjang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keberlanjutan pengelolaan tambak udang vannamei berbasis multidimensi, khususnya pada dimensi ekologi dan teknologi, di Desa Bottolempangen, Kabupaten Maros. Penelitian dilaksanakan melalui survei lapangan dengan melibatkan 52 responden petambak yang dipilih secara purposive. Data primer diperoleh melalui wawancara dan kuesioner terstruktur, sedangkan data sekunder dikumpulkan dari berbagai sumber literatur dan instansi terkait. Analisis data dilakukan menggunakan metode RAPFISH dengan pendekatan Multi Dimensional Scaling (MDS), yang dilengkapi dengan analisis leverage dan Monte Carlo untuk mengidentifikasi atribut pengungkit dan menguji kestabilan model. Hasil analisis menunjukkan bahwa indeks keberlanjutan dimensi ekologi sebesar 40,73%, yang tergolong dalam kategori kurang berkelanjutan, dengan atribut pengungkit utama meliputi penggunaan bahan kimia ramah lingkungan, keanekaragaman hayati sekitar tambak, dan pengelolaan limbah budidaya. Sementara itu, dimensi teknologi menunjukkan nilai indeks keberlanjutan sebesar 12,38%, yang juga berada pada kategori kurang berkelanjutan, dengan atribut pengungkit utama berupa persiapan tambak, manajemen kualitas air, dan manajemen pakan. Hasil penelitian ini menunjukkan perlunya perbaikan pengelolaan lingkungan dan peningkatan penerapan teknologi budidaya yang efisien dan berkelanjutan untuk mendukung keberlanjutan usaha tambak udang vannamei di wilayah pesisir.

**Kata Kunci:** keberlanjutan, tambak udang vannamei, RAPFISH, ekologi, teknologi

**Abstract**

*The development of vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*) aquaculture in coastal areas plays a strategic role in supporting national food security and increasing the value of fisheries exports. However, improper pond management practices may lead to environmental degradation and reduced long-term productivity. This study aims to assess the sustainability of vannamei shrimp pond management using a multidimensional approach, focusing on ecological and technological dimensions in Bottolempangen Village, Maros Regency. The research was conducted through a field survey involving 52 shrimp farmers selected using purposive sampling. Primary data were collected through interviews and structured questionnaires, while secondary data were obtained from relevant literature and official government sources. Data analysis was performed using the RAPFISH method with a Multi-Dimensional Scaling (MDS) approach, complemented by leverage analysis to identify sensitive attributes and Monte Carlo analysis to evaluate model stability. The results indicate that the ecological dimension has a sustainability index value of 40.73%, classified as less sustainable, with key leverage attributes including the use of environmentally friendly chemicals, biodiversity conservation around pond areas, and effective management of solid and liquid waste. Meanwhile, the technological dimension shows a sustainability index of 12.38%, also categorized as less sustainable, with pond preparation, water quality management, and feed management identified as the main leverage factors. Overall, the findings*

*suggest that improving environmental management practices and increasing the adoption of efficient, sustainable aquaculture technologies are essential to sustain vannamei shrimp pond management in coastal areas over the long term.*

**Keywords:** *sustainability, vannamei shrimp ponds, RAPFISH, ecology, technology*

## PENDAHULUAN

Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 memberikan peluang besar bagi kabupaten/kota dan Provinsi untuk mengelola pesisir dan laut dengan seluruh kekayaan sumberdaya alam yang terkandung didalamnya. Pengelolaan sumberdaya alam pesisir dan laut dapat menciptakan perubahan dan pertumbuhan yang bersifat multiimensional dan berkelanjutan. Salah satu bentuk pemanfaatan sumberdaya alam kawasan pesisir adalah pembangunan tambak. Penataan ruang (tambak) merupakan suatu tindakan yang strategis yang dapat diimplemntasikan dalam bentuk Rencana Umum Ruang Wilayah Pesisir (RUTRW) yang mengadung suatu infomasi dan data yang akurat dan terukur sehingga pemanfaatan wilayah pesisir sebagai tambak nantinya dapat berjalan dengan terencana, terpadu, efektif dan berkelanjutan (Darmawan *et al.*, 2021).

Luas tambak dikawasan pesisir Indonesia sekitar 1,3 juta Ha. Selama ini pemanfaatan tambak dari aspek ekonomi memiliki nilai strategis dalam penyediaan pangan dunia melalui budidaya perikanan untuk meningkatkan nilai ekspor perikanan, namun dari aspek ekologi terjadi kerusakan lingkungan. (Rupwardani *et al.*, 2023). Menurut data Food and Agriculture Organization (FAO) dan sumber statistik perdagangan global, Indonesia termasuk salah satu negara dengan produksi udang terbesar di dunia dan berada di urutan ke-5 sebagai eksportir udang menurut volume ekspor global. Indonesia memiliki pangsa pasar ekspor udang sekitar 6 % dari total ekspor udang dunia, di bawah negara-negara seperti Ekuador, India, Vietnam, dan China, yang mencerminkan peluang besar dalam memenuhi permintaan ekspor dunia terhadap udang

vannamei (*Litopenaeus vannamei*) (Wahyuningsih & Kustiawan, 2025).

Kabupaten Maros sebagai sentra pengembangan budidaya udang vanname yang berkelanjutan, maka penerapan perikanan budidaya berlangsung lestari (*Sustainable aquaculture*) yang tepat dan tidak merusak lingkungan (ekosistem) dalam rangka penerapan *Best Aquaculture Practice*, untuk mendukung peningkatan produksi usaha budidaya udang vanname di Kabupaten Maros. Beberapa tahun terakhir ini produksi tambak udang di daerah pesisir Kabupaten Maros semakin menurun akibat degradasi daya dukung tambak, adanya endapan lumpur tanah dasar tambak akibat pemupukan yang berlebih di masa lalu, tingginya serangan penyakit udang, rendahnya tingkat pengetahuan dan keterampilan petani tambak, kurangnya peran kelembagaan kelompok tani dan pemerintah setempat serta tidak adanya strategi para petani tambak dalam melakukan kegiatan budidaya udang. Selain itu, meningkatnya serangan wabah penyakit mengakibatkan penurunan produksi (Jabir, 2019).

Tujuan penelitian ini adalah Menganalisis Indeks dan status keberlanjutan budidaya udang vanmae berdasarkan dimensi ekologi dan teknologi di Desa Bottolempangan dan Desa Minasaua Kabupaten Maros.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Desa Bottolempangan yang merupakan sentra budidaya udang vanname di pesisir Kabupaten Maros. Pengumpulan data dilakukan selama periode tertentu sesuai dengan musim produksi tambak.

Populasi penelitian adalah seluruh petambak udang vanname di Desa

Bottlempangan. Sampel diambil secara purposive dengan jumlah sebanyak 52 responden petambak yang mewakili berbagai tingkat pengalaman dan skala usaha.

Data primer diperoleh melalui wawancara dan kuesioner terstruktur yang mengukur indikator keberlanjutan pada lima dimensi utama: ekologi dan teknologi. Data sekunder diperoleh dari literatur terkait serta data resmi pemerintah daerah.

### Analisis Data

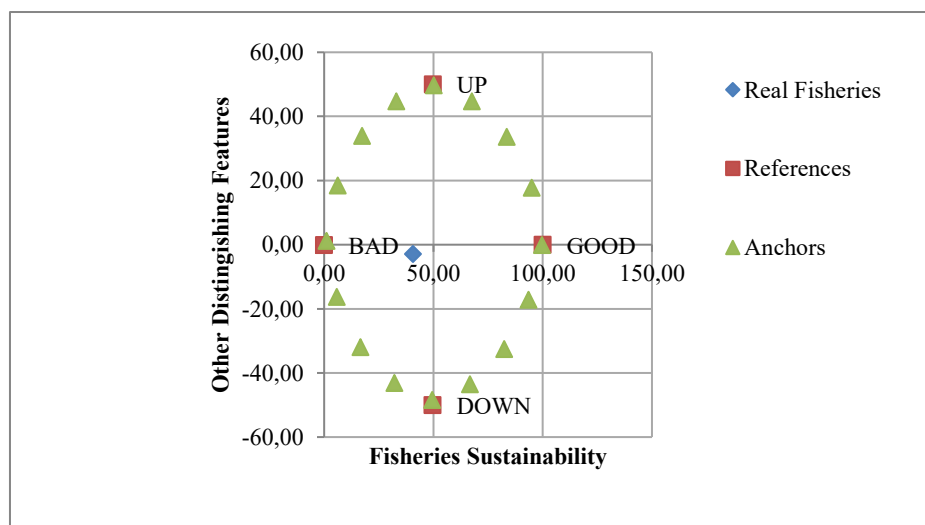
Data yang terkumpul dianalisis menggunakan metode RAPFISH dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel yang dilengkapi modul RAPFISH. Analisis dilakukan dengan transformasi data ke dalam bentuk indeks keberlanjutan menggunakan teknik MDS. Selain itu, analisis leverage dan Monte

Carlo dipakai untuk mengidentifikasi atribut yang paling berpengaruh dan menguji kestabilan model.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1) Dimensi Ekologi Desa Bottlempangan

Dari hasil analisis rapfish didapatkan nilai analisis ordinasi yang terdiri dari nilai iterasi sebanyak 2 (dua) kali, menghasilkan korelasi kuadrat ( $R^2$ ) sebesar 94.29% dan nilai stress (S) sebesar 15.24%. Dalam analisis Multi Dimensional Scalling (MDS) nilai stress yang didapatkan nilai adalah 15.04% yang berarti bahwa *goodness off it* nya berada dalam kategori bagus sebab nilai yang didapat lebih kecil dari 25% (Gambar 1)



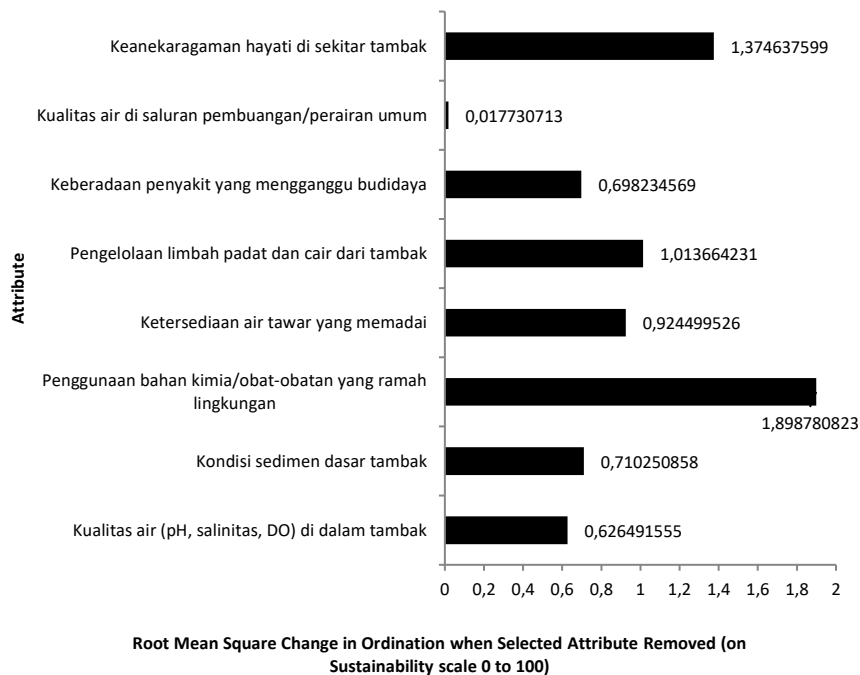
Gambar 1. Hasil Rapfish Dimensi Ekologi Pengelolaan Tambak Desa Botolempangan

Berdasarkan hasil ordinasi RAPFISH pada Gambar 1, dimensi ekologi pengelolaan tambak udang vannamei di Desa Botolempangan menunjukkan nilai indeks keberlanjutan sebesar 40,73%, yang termasuk dalam kategori kurang berkelanjutan. Nilai stress sebesar  $\pm 15\%$  dan koefisien determinasi ( $R^2$ )  $> 94\%$  mengindikasikan bahwa konfigurasi Multi Dimensional Scalling (MDS) memiliki

tingkat ketepatan dan keandalan yang baik dalam merepresentasikan kondisi ekologi aktual tambak. Posisi ordinasi yang menjauh dari titik "berkelanjutan" mencerminkan bahwa sistem budidaya tambak masih berada pada kondisi ekologis yang tertekan. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan lingkungan belum sepenuhnya mempertimbangkan daya dukung ekosistem perairan pesisir. Menurut

Pitcher dan Preikshot (2001) serta diperkuat oleh Valenti *et al.* (2021), dimensi ekologi merupakan fondasi utama keberlanjutan akuakultur karena menentukan stabilitas produksi, kesehatan organisme budidaya, serta keberlanjutan fungsi ekosistem jangka

panjang. Rendahnya indeks keberlanjutan ini mengindikasikan adanya degradasi kualitas lingkungan tambak yang berpotensi menurunkan produktivitas dan meningkatkan risiko kegagalan panen apabila tidak dilakukan perbaikan pengelolaan secara berkelanjutan.



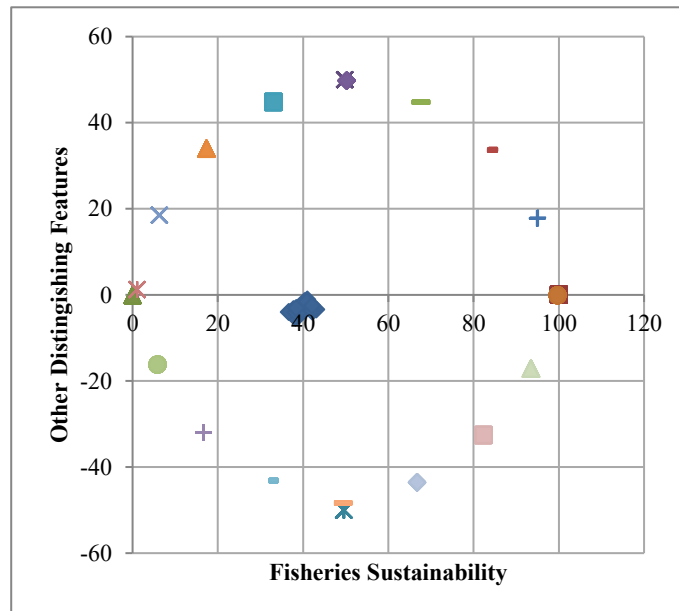
Gambar 2. Hasil Leverage dimensi ekologi

Hasil analisis leverage pada Gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat tiga atribut ekologi yang memiliki nilai Root Mean Square (RMS) tertinggi dan berperan sebagai faktor pengungkit utama dalam peningkatan keberlanjutan ekologi, yaitu penggunaan bahan kimia dan obat-obatan ramah lingkungan, keanekaragaman hayati di sekitar tambak, dan pengelolaan limbah padat dan cair tambak. Tingginya sensitivitas atribut penggunaan bahan kimia mengindikasikan bahwa praktik budidaya masih sangat bergantung pada input kimia, seperti kapur, desinfektan, dan obat-obatan sintesis. Penggunaan bahan kimia yang tidak terkontrol dapat menyebabkan akumulasi residu berbahaya, meningkatkan beban nutrisi, serta mengganggu keseimbangan mikroorganisme perairan (Boyd *et al.*, 2020; Anh *et al.*, 2022).

Atribut keanekaragaman hayati di sekitar tambak mencerminkan peran penting ekosistem penyangga, khususnya mangrove dan biota perairan sekitar, dalam menjaga stabilitas ekologis. Penurunan keanekaragaman hayati akibat alih fungsi lahan pesisir dan intensifikasi tambak dapat menurunkan kemampuan alami lingkungan dalam menyerap limbah organik dan menahan fluktuasi kualitas air (Primavera *et al.*, 2023). Kondisi ini memperkuat tekanan ekologis yang dialami tambak di Desa Botolempangan. Sementara itu, pengelolaan limbah padat dan cair menjadi atribut sensitif karena sebagian besar tambak belum dilengkapi dengan sistem pengolahan limbah yang memadai, seperti kolam pengendapan (settling pond). Limbah sisa pakan dan feses udang yang terakumulasi akan meningkatkan konsentrasi nitrogen dan

fosfor, menurunkan oksigen terlarut, serta memicu pembentukan senyawa toksik seperti amonia dan hidrogen sulfida (Nhuong *et al.*,

2021). Kondisi ini berdampak langsung terhadap kesehatan udang dan keberlanjutan lingkungan perairan pesisir.



Gambar 3. Analisis Monte Carlo Dimensi Ekologi Pengelolaan Tambak Desa Botolempangan

Analisis Monte Carlo pada Gambar 3 menunjukkan bahwa sebaran titik hasil simulasi relatif rapat dan tidak menyimpang jauh dari hasil ordinasi MDS. Hal ini menandakan bahwa kesalahan (error) dalam pemberian skor atribut relatif kecil, sehingga indeks keberlanjutan dimensi ekologi yang diperoleh bersifat stabil dan konsisten. Menurut Pitcher *et al.* (2020), analisis Monte Carlo dalam RAPFISH berfungsi untuk menguji sensitivitas model terhadap variasi subjektivitas penilaian. Hasil yang stabil menunjukkan bahwa penilaian keberlanjutan memiliki tingkat kepercayaan yang tinggi dan dapat dijadikan dasar dalam perumusan kebijakan dan strategi pengelolaan tambak. Untuk penentuan keberlanjutan didapatkan nilai 40.73. Nilai ini menunjukkan bahwa dimensi ekologi dari pengelolaan kawasan tambak Desa Botolempangan termasuk dalam kategori kurang berkelanjutan. Untuk hasil perhitungan *leverage* atribut yang mendukung untuk peningkatan keberlanjutan kawasan tambak Desa Botolempangan adalah penggunaan

bahan kimia atau obat – obat yang ramah lingkungan dengan nilai 1.89, keanekaragaman hayati di sekitar tambak dengan nilai 1.38 dan pengelolaan limbah padat dan cair dari tambak dengan nilai 1.01 (Gambar 2).

Pada analisis Monte Carlo terdapat repetisi atau pengulangan algoritma untuk menilai adanya hasil kesalahan (error) dalam penentuan skor atribut. Jika dilihat pada Gambar 3, hasil analisis Monte Carlo memperlihatkan sebaran unit yang cenderung padat yang menunjukkan tidak adanya gangguan (error) yang cukup berarti terkait dimensi ekologi. Dimensi ekologi merupakan dasar utama dalam penilaian keberlanjutan sistem budidaya, karena kondisi lingkungan menentukan daya dukung dan stabilitas ekosistem tambak. Berdasarkan hasil analisis *RAPFISH*, dimensi ekologi tambak udang vanname di Desa Botolempangan menunjukkan nilai indeks 40,73%, yang dikategorikan kurang berkelanjutan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengelolaan

lingkungan tambak di wilayah ini masih menghadapi berbagai tekanan ekologis yang berpotensi menurunkan produktivitas jangka panjang.

Kualitas air merupakan faktor kunci dalam keberhasilan budidaya udang. Hasil observasi di Desa Bottolempangan memperlihatkan bahwa beberapa parameter fisika dan kimia air telah berada di luar kisaran optimal, terutama oksigen terlarut (DO) yang sering turun di bawah 4 mg/L dan peningkatan konsentrasi amonia pada fase akhir pemeliharaan. Kondisi ini terjadi akibat pemberian pakan berlebih dan sirkulasi air yang tidak efisien, sehingga residu organik terakumulasi di dasar tambak. Hamzah *et al.* (2022) menegaskan bahwa akumulasi bahan organik dapat memicu pembentukan gas beracun ( $H_2S$  dan  $NH_3$ ), menurunkan kualitas air, serta meningkatkan risiko kematian udang. Di beberapa tambak, penggunaan air buangan secara langsung tanpa proses filtrasi juga memperburuk kondisi ekosistem, terutama pada saluran pembuangan yang bermuara ke perairan umum. Fenomena ini menunjukkan bahwa daya dukung lingkungan di Bottolempangan mulai mengalami degradasi.

Hasil survei lapangan menunjukkan tingginya akumulasi sedimen organik di dasar tambak akibat sistem budidaya semi-tradisional yang belum menerapkan manajemen dasar tambak secara optimal. Warna sedimen yang kehitaman dan bau belerang menjadi indikator proses anaerob yang intensif. Menurut Marsuki *et al.* (2019), kondisi anaerob di dasar tambak menurunkan kapasitas regenerasi ekosistem karena proses dekomposisi organik tidak sempurna. Akibatnya, konsentrasi amonia dan nitrit meningkat, mengganggu metabolisme udang dan memperlambat pertumbuhan. Hal ini juga menurunkan daya dukung tambak untuk siklus produksi berikutnya.

Kondisi ini diperparah dengan minimnya kegiatan pengeringan dan pengolahan dasar tambak (*drying and tilling*) setelah panen, sehingga residu organik terus menumpuk dari

siklus ke siklus. Praktik ini mengindikasikan lemahnya penerapan prinsip *Good Aquaculture Practices (GAP)* di tingkat petambak. Secara spasial, tambak di Desa Bottolempangan sebagian besar berada pada kawasan pesisir yang sebelumnya merupakan ekosistem mangrove. Namun, hasil observasi menunjukkan penurunan tutupan mangrove hingga  $\pm 40\%$  dalam satu dekade terakhir, akibat alih fungsi lahan untuk perluasan petak tambak baru. Padahal, ekosistem mangrove berperan penting sebagai penyangga ekologis yang menjaga stabilitas kualitas air dan menahan limpasan limbah dari tambak ke perairan sekitarnya (Dahuri *et al.*, 2017). Hilangnya vegetasi mangrove menyebabkan peningkatan erosi, intrusi air laut, serta berkurangnya kemampuan alami lingkungan dalam menyerap nutrisi organik berlebih.

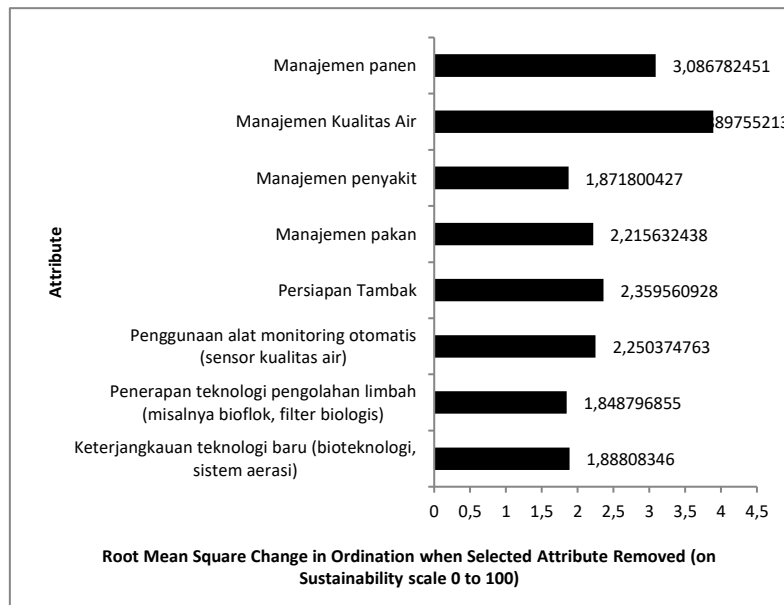
Menurut Primavera (2006), degradasi habitat pesisir akibat konversi mangrove menjadi tambak merupakan penyebab utama menurunnya keberlanjutan ekologis sistem budidaya di Asia Tenggara. Kasus yang sama kini mulai terlihat di Bottolempangan, di mana tambak berproduksi tinggi justru menurunkan kualitas lingkungan perairan sekitarnya. Meskipun sebagian petambak telah mulai menggunakan probiotik, masih banyak yang mengandalkan bahan kimia seperti kapur pertanian, pupuk urea, dan pestisida tambak tanpa dosis terkontrol. Penggunaan berlebihan bahan-bahan tersebut dapat mengubah keseimbangan biologis tambak dan meningkatkan beban pencemaran pada air buangan.

Maimunah dan Kilawati (2015) menjelaskan bahwa input bahan kimia berlebihan mempercepat eutrofikasi dan menurunkan kandungan oksigen terlarut di tambak. Di Bottolempangan, sebagian besar tambak belum memiliki sistem pengendapan limbah (*settling pond*), sehingga limbah organik langsung mengalir ke saluran umum. Kondisi ini memperkuat indikasi bahwa pengelolaan



Atribut keanekaragaman hayati di sekitar tambak juga menjadi faktor penting karena keberadaan organisme non-target dan vegetasi penyangga, seperti mangrove, berfungsi sebagai penstabil ekosistem dan penyerap nutrisi berlebih. Penurunan keanekaragaman

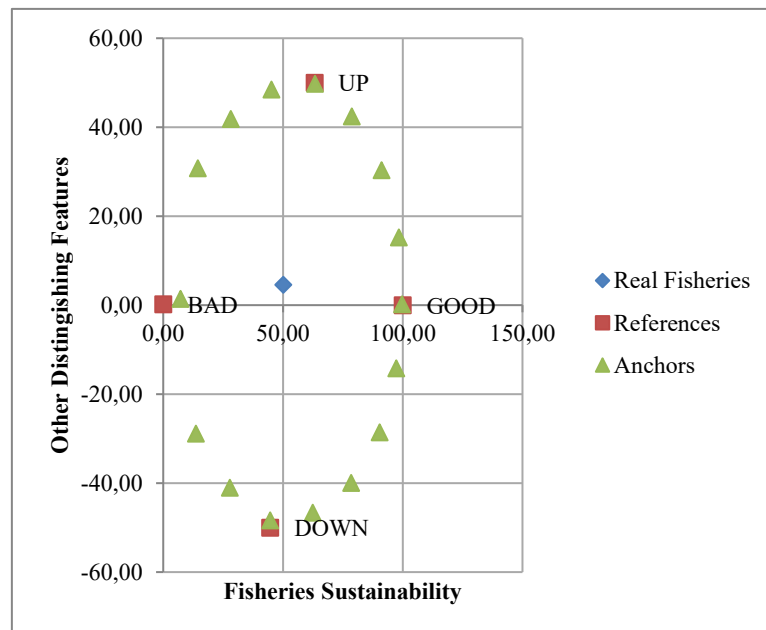
hayati di kawasan pesisir telah terbukti berkorelasi dengan meningkatnya kerentanan tambak terhadap penyakit dan penurunan produktivitas jangka panjang (Primavera *et al.*, 2023).



Gambar 5. Hasil Leverage Dimensi Teknologi Dimensi Teknologi Pengelolaan Tambak di Desa Botolempangan

Sementara itu, pengelolaan limbah tambak yang belum optimal memperkuat indikasi rendahnya keberlanjutan ekologi. Limbah organik berupa sisa pakan dan feses udang yang tidak dikelola dengan baik akan meningkatkan konsentrasi nitrogen dan fosfor, sehingga memicu penurunan oksigen terlarut dan mempercepat degradasi kualitas perairan (Nhuong *et al.*, 2021). Hasil analisis Monte Carlo pada Gambar 6 menunjukkan sebaran titik ordinasi yang relatif rapat dan tidak menyimpang jauh dari hasil MDS utama. Hal ini mengindikasikan bahwa kesalahan (error) dalam pemberian skor atribut relatif kecil, sehingga hasil penilaian dimensi ekologi dapat dianggap stabil dan konsisten. Menurut Pitcher

*et al.* (2020), analisis Monte Carlo dalam RAPFISH berfungsi untuk menguji sensitivitas model terhadap variasi penilaian subjektif, dan hasil yang stabil menunjukkan bahwa indeks keberlanjutan yang dihasilkan memiliki tingkat kepercayaan yang tinggi untuk digunakan sebagai dasar perumusan strategi pengelolaan. Dari hasil analisis rapfish didapatkan nilai analisis ordinasi yang terdiri dari nilai iterasi sebanyak 2 (dua) kali, menghasilkan korelasi kuadrat ( $R^2$ ) sebesar 94.92 % dan nilai stress (S) sebesar 13.95%. Dalam analisis Multi Dimensional Scalling (MDS) nilai stress yang didapatkan menunjukkan bahwa *goodness off it* nya berada dalam kategori bagus sebab nilai yang didapat lebih kecil dari 25%.



Gambar 6. Analisis Monte Carlo Dimensi Teknologi Pengelolaan Tambak di Desa Botolempangan

Untuk penentuan keberlanjutan didapatkan nilai 12,38. Nilai ini menunjukkan bahwa dimensi teknologi pada pengelolaan tambak di Desa Botolempangan ini berada pada kategori kurang berkelanjutan. Untuk hasil perhitungan *leverage* yang didapatkan masing-masing atribut yaitu persiapan tambak dengan nilai 2,40, manajemen kualitas air dengan nilai 3,89 serta manajemen pakan dengan nilai 3,09. Ketiga hal inilah yang menjadi pengungkit yang harus diperhatikan dalam mendukung keberlanjutan di pengelolaan tambak di Desa Botolempangan dari sisi teknologi (Gambar 4).

Pada analisis Monte Carlo terdapat repetisi atau pengulangan algoritma untuk menilai adanya hasil kesalahan (error) dalam penentuan skor atribut. Jika dilihat pada Gambar 5, hasil analisis Monte Carlo memperlihatkan sebaran unit yang cenderung padat yang menunjukkan tidak adanya gangguan (error) yang cukup berarti terkait dimensi teknologi. Hasil analisis RAPFISH-MDS menunjukkan bahwa dimensi teknologi pengelolaan tambak udang vanname di Desa Botolempangan tergolong kurang

berkelanjutan, dengan nilai indeks 12,38%. Kondisi ini menunjukkan bahwa penerapan inovasi dan efisiensi teknologi dalam sistem budidaya masih rendah. Atribut yang berpengaruh signifikan terhadap rendahnya skor keberlanjutan adalah manajemen kualitas air, pengendalian penyakit, efisiensi pakan, dan penerapan teknologi pengolahan limbah. Sebagian besar petambak di Botolempangan masih menggunakan sistem tradisional plus, dengan aerasi terbatas dan pemantauan kualitas air secara manual. Kondisi ini menyebabkan fluktuasi oksigen terlarut (DO) dan akumulasi bahan organik di dasar tambak, yang berdampak negatif terhadap kesehatan udang dan produktivitas. Menurut Jayadi *et al.* (2021), penerapan teknologi aerasi yang tepat dapat meningkatkan sirkulasi air dan menurunkan tingkat stres udang hingga 25%, sehingga produktivitas tambak meningkat secara signifikan. Selain itu, penggunaan alat pemantau otomatis seperti *digital water quality sensors* dan *IoT-based monitoring systems* masih sangat terbatas. Padahal teknologi ini terbukti efektif meningkatkan efisiensi

manajemen kualitas air dan menurunkan biaya operasional jangka panjang (Rahman *et al.*, 2023). Keterbatasan akses terhadap teknologi modern disebabkan oleh minimnya pelatihan teknis serta rendahnya kemampuan finansial petambak dalam investasi peralatan.

## KESIMPULAN

Pengelolaan tambak udang vannamei di Desa Bottolempangan masih berada pada kategori kurang berkelanjutan, baik dari dimensi ekologi maupun teknologi. Dimensi ekologi menunjukkan tekanan lingkungan yang cukup tinggi akibat penurunan kualitas air, akumulasi sedimen, degradasi dasar tambak, serta berkurangnya mangrove, yang diperparah oleh rendahnya penerapan Good Aquaculture Practices (GAP) dan pengelolaan limbah. Sementara itu, dimensi teknologi memiliki tingkat keberlanjutan yang sangat rendah akibat dominasi sistem budidaya tradisional, lemahnya manajemen kualitas air dan pakan, serta minimnya pemanfaatan teknologi budidaya. Oleh karena itu, peningkatan keberlanjutan tambak memerlukan perbaikan terpadu melalui pengelolaan lingkungan yang lebih baik, penerapan teknologi budidaya yang efisien, peningkatan kapasitas petambak, serta dukungan kebijakan dan kelembagaan yang berorientasi pada budidaya berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anh, P. T., et al. (2022). *Chemical use in shrimp aquaculture and environmental risks*. Environmental Science and Pollution Research, 29, 56712–56725.
- Boyd, C. E., et al. (2020). *Environmental management of aquaculture ponds*. Aquaculture, 514, 734458.
- Darmawan, M., Sutrisno, D., Dewi, C., & Setiyawan, I. E. (2021). The Integration of Regional Spatial Planning ( RTRW ) and Coastal Spatial Planning ( RZWP3K ) for The Sustainable Coastal Area Development. *The 6th International Conference on Tropical and Coastal Region Eco-Development*, 1–10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/750/1/012052>
- Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S. P., & Sitepu, M. J. (2017). *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan secara Terpadu*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- FAO. (2022). *Guidelines for sustainable aquaculture*. Rome: FAO.
- Hamzah, U., Asbar, A., & Rustam, R. (2022). Analisis Kesesuaian Lahan Budidaya Tambak di Teluk Parepare, Kecamatan Suppa, Kabupaten Pinrang. *Joint-Fish: Journal of Indonesian Tropical Fisheries*, 5(2), 205–215
- Jabir, D.V. (2019). *Strategi pengelolaan tambak udang vaname (Litopenaeus vannamei) terhadap serangan penyakit parasiter di Kecamatan Tanete Riattag Timur, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan*. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Muslim Indonesia, Makassar 71 hlm.
- Jayadi, M., Rustam, R., & Hamzah, U. (2021). *Improving Shrimp Pond Productivity through Aeration and Feeding Technology*. Journal of Indonesian Tropical Fisheries, 5(2), 211–220.
- Marsuki, M., Tamsil, A., & Ihsan, I. (2019). Analisis Aspek Biofisik dan Kimia Perairan untuk Pengembangan Budidaya Tambak di Wilayah Pesisir Kabupaten Pasangkayu. *Journal of Indonesian Tropical Fisheries*, 2(1), 56–67.
- Maimunah, S., & Kilawati, A. (2015). *Eutrofikasi dan Pengelolaan Limbah Tambak Berkelanjutan*. Jurnal Perikanan Tropis, 10(3), 45–53.
- Nhuong, T. V., et al. (2021). *Environmental impacts of shrimp farming*. Ocean & Coastal Management, 212, 105824.
- Pitcher, T. J., et al. (2020). *Rapfish: a rapid appraisal technique for fisheries sustainability*. Fisheries Research, 221, 105375.
- Primavera, J. H., et al. (2023). *Mangroves and aquaculture sustainability*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 285, 108291.
- Primavera, J. H. (2006). Overcoming the impacts of aquaculture on the coastal zone. *Ocean & Coastal Management*, 49(9–10), 531–545.
- Valenti, W. C., Kimpara, J. M., Preto, B.

- L., & Moraes-Valenti, P. (2011). Indicators of sustainability to assess aquaculture systems. *Ecological Indicators*, 11(2), 442–452.
- Rachman Djamal. 2014. *Analisis Kelembagaan Kelompok Petani Tambak Dalam Pengembangan Usaha Budidaya (Studi Kasus Di Desa Tambakbulusan Kecamatan Karang Tengah Kab. Demak)*. Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Jawa Tengah.
- Rupiwardani, I., Saktiawan, Y., & Yohanan, A. (2023). *Unveiling Vannamei Shrimp Farming 's Impact on Water Pollution in Wonocoyo Village*. 14(2), 70–75. <https://doi.org/10.21776/ub.jpal.2023.014.02.05>
- Valenti, W. C., et al. (2021). *Sustainability indicators for aquaculture systems*. *Ecological Indicators*, 132, 108266.
- Wahyuningsih, S., & Kustiawan, U. (2025). *Perencanaan bisnis “ the ocean ’ s finest shrimp ”*. 14(September), 3515–3522. <https://doi.org/10.34127/jrlab.v14i3.1751>