

## Analisis Kesesuaian Perairan Pesisir untuk Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di Desa Tanah Kuning, Kalimantan Utara

### *Evaluation of Physical and Chemical Water Properties for Seaweed Cultivation Suitability in Tanah Kuning Coastal Waters*

Ery Gusman<sup>1)\*</sup>, Awaludin<sup>1)</sup>, Muhammad Firdaus<sup>2)</sup>, Ardiansyah<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Borneo Tarakan

<sup>2)</sup> Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Borneo Tarakan

<sup>3)</sup> Mahasiswa Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Borneo Tarakan

\*Penulis korespondensi : email: [erygusman@borneo.ac.id](mailto:erygusman@borneo.ac.id)

(Diterima Oktober 2025 /Disetujui Januari 2026)

#### ABSTRACT

*This study aims to analyze the suitability of coastal waters in Tanah Kuning Village, Bulungan Regency, for *Kappaphycus alvarezii* seaweed cultivation amidst the industrialization dynamics of the Indonesian Green Industrial Estate (KIHI). An exploratory descriptive method was employed, with four observation stations selected through purposive sampling. The analyzed parameters included physical aspects (current speed, depth, temperature, transparency) and chemical properties (salinity, pH, dissolved oxygen, nitrate, phosphate). Suitability levels were determined using a weighted scoring method. The results indicated that the water quality conditions in Tanah Kuning Village exhibit varying suitability levels across parameters, ranging from highly suitable (S1) to unsuitable (N). Accumulatively, the total suitability score was 58, classifying the area into the Suitable (S2) category. The primary limiting factors identified were the relatively deep waters (10–19 m) and strong current speeds (0.41–0.53 cm/s). To optimize this potential, innovation in cultivation technology, such as the use of more robust long-line methods and precise micro-siting in sheltered areas, is required to mitigate the risk of physical damage to the seaweed thallus.*

**Keywords:** *Kappaphycus alvarezii*, Water Quality, Site Suitability, Tanah Kuning, Industrialization.

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian perairan pesisir Desa Tanah Kuning, Kabupaten Bulungan, sebagai lokasi budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii* di tengah dinamika industrialisasi Kawasan Industri Hijau Indonesia (KIHI). Metode yang digunakan adalah deskriptif eksploratif dengan penentuan empat stasiun pengamatan secara purposive sampling. Parameter yang dianalisis meliputi aspek fisika (arus, kedalaman, suhu, kecerahan) dan kimia (salinitas, pH, DO, nitrat, fosfat) perairan. Penentuan tingkat kesesuaian dilakukan menggunakan metode pembobotan dan penilaian berjenjang (skoring). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi kualitas air di Desa Tanah Kuning memiliki tingkat kesesuaian yang bervariasi antar parameter, berkisar dari sangat sesuai (S1) hingga tidak sesuai (N). Secara akumulatif, total skor kesesuaian perairan adalah 58, yang mengklasifikasikan wilayah ini ke dalam kategori Sesuai (S2). Faktor pembatas utama yang ditemukan adalah kedalaman perairan yang cukup dalam (10–19 m) dan kecepatan arus yang cenderung kuat (0,41–0,53 cm/s). Untuk mengoptimalkan potensi tersebut, diperlukan inovasi teknologi budidaya seperti penggunaan metode long-line yang lebih kokoh serta pemilihan lokasi mikro yang lebih terlindung guna memitigasi risiko kerusakan fisik pada thallus rumput laut.

**Kata Kunci** : *Kappaphycus alvarezii*, Kualitas Air, Kesesuaian Lahan, Tanah Kuning, Industrialisasi.

---

## PENDAHULUAN

Provinsi Kalimantan Utara (Kaltara) memegang peranan strategis dalam konstelasi ekonomi nasional karena lokasinya yang bersinggungan langsung dengan Alur Laut Kepulauan Indonesia II (ALKI II). Saat ini, wilayah tersebut tengah menjadi pusat perhatian melalui pengembangan Kawasan Industri Hijau Indonesia (KIHI) di Tanah Kuning-Mangkupadi yang ditetapkan sebagai Proyek Strategis Nasional (Saryati dan Amrie, 2023). Meskipun industrialisasi ini menjanjikan akselerasi ekonomi, aktivitas pembangunan di wilayah pesisir secara langsung memberikan tekanan terhadap ekosistem perairan. Hal ini berdampak pada masyarakat lokal di Desa Tanah Kuning yang secara tradisional bergantung pada sektor kelautan, sehingga diperlukan penguatan sektor non-industri yang berkelanjutan sebagai bantalan ekonomi masyarakat (PSPK UGM, 2022). Desa Tanah Kuning, yang terletak di Kecamatan Tanjung Palas Timur, Kabupaten Bulungan, memiliki garis pantai sepanjang 8,08 km yang telah ditetapkan sebagai kawasan wisata (Jadesta, 2023). Selain potensi pariwisata, karakteristik perairannya memiliki peluang besar untuk pengembangan budidaya rumput laut. Sebagai komoditas dengan potensi ekspor tinggi dan siklus panen yang singkat (Nuryanto *et al.*, 2016), rumput laut dapat menjadi pilar ekonomi alternatif bagi masyarakat di tengah masifnya industrialisasi. Namun, mengingat organisme rumput laut sangat sensitif terhadap fluktuasi lingkungan, keberlanjutan usaha ini sangat bergantung pada stabilitas kondisi perairan pesisir yang saat ini berdampingan dengan aktivitas konstruksi industri.

Penelitian terdahulu, seperti yang dilakukan oleh Radiarta *et al.*, (2016) dan Cahyadi (2021), telah memetakan potensi budidaya rumput laut dan manajemen perikanan di lingkup Provinsi Kalimantan Utara secara makro. Namun, studi yang memfokuskan analisis kelayakan pada lokasi spesifik yang berbatasan langsung dengan pembangunan kawasan industri hijau masih sangat terbatas. Kontribusi penelitian ini terletak pada analisis mendalam mengenai kelayakan perairan Desa Tanah Kuning berdasarkan parameter fisika dan kimia kualitas air dalam konteks wilayah yang sedang mengalami transisi menjadi kawasan industri. Penelitian ini menyediakan data empiris mengenai sejauh mana parameter perairan saat ini masih memenuhi ambang batas pertumbuhan rumput laut di tengah dinamika perubahan tata ruang pesisir.

Penelitian ini difokuskan pada analisis profil kualitas air di perairan pesisir Desa Tanah Kuning melalui pemetaan parameter fisika yang meliputi suhu, kecerahan, kecepatan arus, dan kedalaman, serta parameter kimia yang mencakup pH, salinitas, dissolved oxygen (DO), nitrat, dan fosfat. Melalui identifikasi parameter tersebut ditentukan tingkat kesesuaian perairan Desa Tanah Kuning untuk pengembangan usaha budidaya rumput laut guna menjamin optimalitas produksi.

## MATERI DAN METODE

### WAKTU DAN TEMPAT

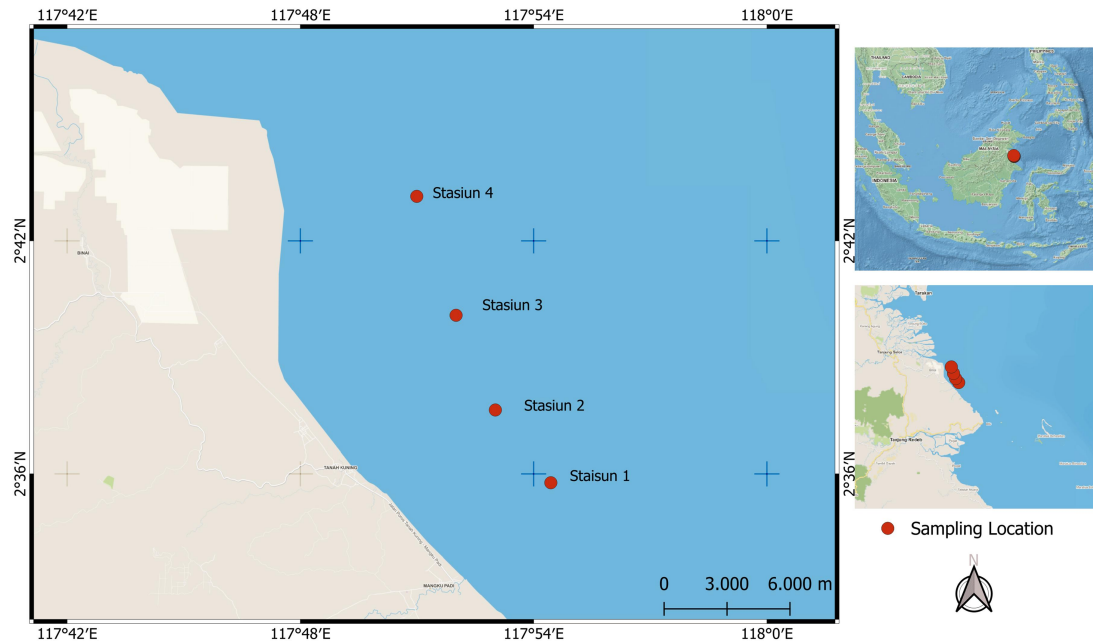
Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan November 2025 di Perairan Desa Tanah Kuning, yang terletak di Kecamatan Tanjung Palas Timur, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara. Titik sampling penelitian ((Gambar 1) terdiri atas 4 stasiun, Stasiun 1 (2° 43' 28.31" N 117° 50' 57.88" E), Stasiun 2 (2° 40' 04.91" N 117° 52' 02.10" E), Stasiun 3 (2° 40' 08.47" N 117° 51' 54.97" E), dan Stasiun 4 (2° 43' 17.62" N 117° 50' 54.31" E).

### PENGUMPULAN DATA

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif eksploratif yang mencakup tahapan studi pustaka, observasi lapangan, serta analisis data primer dan sekunder. Pengambilan data parameter fisika dan kimia perairan dilakukan secara in-situ di lokasi penelitian, sementara data sekunder diperoleh melalui studi dokumentasi dan pemetaan administrasi dari instansi terkait. Parameter fisika yang diukur meliputi kecepatan arus, suhu, kecerahan, dan kedalaman. Untuk parameter kimia, variabel yang diamati terdiri dari oksigen terlarut (DO), pH, salinitas, nitrat, dan fosfat. Analisis sampel air untuk variabel nitrat dan fosfat dilakukan di Laboratorium Kualitas Air, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Borneo Tarakan.

## ANALISIS DATA

Analisis kesesuaian wilayah dilakukan dengan menggunakan metode pembobotan dan penilaian berjenjang (scoring). Berdasarkan pengaruhnya terhadap kelayakan lokasi, setiap parameter diberikan skor dengan ketentuan 3 (Sangat Sesuai/S1), 2 (Sesuai/S2), dan 1 (Tidak Sesuai/N). Tingkat kepentingan relatif variabel ditentukan melalui pemberian bobot yang berkisar antara 1 hingga 3, di mana nilai tertinggi merepresentasikan parameter yang sangat krusial dalam pertimbangan budidaya (Rosdiana et al., 2024). Integrasi antara nilai skor dan bobot dalam matriks kesesuaian dipaparkan lebih lanjut pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Tabel 1. Matrik Kesesuaian Lahan Perairan untuk Budidaya Rumput Laut

No	Parameter	Satuan	Kisaran	Angka		Skor (AxB)
				Nilai (A)	Bobot (B)	
1	Arus	cm/s	< 0,10 dan > 0,54	1	3	3
			0,31-0,54	2		6
			0,10 - < 0,31	3		9
2	Kedalaman	m	< 2 dan > 10	1	3	3
			2 - < 3 atau > 5 - 10	2		6
			< 3 atau > 5 3 - 5	3		9
3	Suhu	°C	< 27 dan > 32	1	3	3
			30 - 32	2		6
			27 - < 30	3		9
4	Kecerahan	m	< 1	1	2	2
			1-3	2		4
			> 3	3		6
5	Salinitas	ppt	< 29 dan > 35	1	3	3
			29 - 31	2		6
			> 31 - 35	3		9
6	pH		< 6,5 dan > 8,5	1	3	3
			6,5 - 7	2		6
			> 7 - 8,5	3		9
7	DO	mg/L	< 3	1	3	3
			3 - 7	2		6
			> 7	3		9

8	Nitrat	mg/L	< 0,001 dan > 0,06	1	2	2
			0,001 - 0,01	2		4
			> 0,01 - < 0,31	3		6
9	Fosfat	mg/L	< 0,01 dan > 1	1	2	2
			> 0,01 - 0,1	2		4
			0,1 - 0,2	3		6

Sumber: (Rosdiana et al., 2024)

Tingkat kelayakan lokasi budidaya rumput laut dibagi ke dalam tiga kelas interval berdasarkan hasil analisis skoring dan pembobotan parameter perairan. Pembagian kategori ini digunakan sebagai instrumen dalam mengevaluasi potensi perairan pesisir di lokasi penelitian. Rincian selang kelas dan kategori kesesuaian tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Kesesuaian Perairan untuk Budidaya Rumput Laut

No	Nilai (Skor)	Kelas	Keterangan
1	> 60	S1	Sangat sesuai, tidak ada pembatasan yang sangat berat dalam penggunaan hal-hal tertentu
2	55 - 60	S2	Sesuai, Mempunyai pembatas dapat ditolerir
3	< 55	N	Tidak sesuai, ada faktor pembatas yang sulit untuk ditolerir

Sumber: (Rosdiana et al., 2024)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Skoring Kesesuaian Perairan

Berdasarkan pengamatan parameter fisika dan kimia pada empat stasiun pengamatan di perairan pesisir Desa Tanah Kuning, ditemukan tingkat kesesuaian yang bervariasi bagi budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. Sebagaimana disajikan pada Tabel 3, kategori kesesuaian pada masing-masing parameter berkisar antara sangat sesuai (S1), sesuai (S2), hingga tidak sesuai (N). Namun demikian, hasil kalkulasi total skor 58 menunjukkan bahwa secara umum lokasi penelitian masih tergolong dalam kategori sesuai (S2). Optimalisasi potensi perairan ini dapat dicapai melalui peningkatan efisiensi parameter tertentu, yang didukung dengan inovasi teknologi budidaya serta pemilihan lokasi yang lebih ideal di wilayah sekitarnya.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kualitas Air dan Skor Kesesuaian Titik Sampling

No	Parameter	Satuan	Stasiun				Skor	Kelas
			1	2	3	4		
1	Arus	cm/s	0,53	0,44	0,41	0,51	6	S1
2	Kedalaman	m	18,5	20	10	19	3	N
3	Suhu	°C	27	28	27,6	28	9	S2
4	Kecerahan	m	1,2	1,5	1,1	1,14	6	S1
5	Salinitas	ppt	32	31,5	31,5	33	9	S2
6	pH		6,77	6,6	6,7	7,1	9	S1/S2
7	DO	mg/L	5,3	5,6	6,55	6,3	6	S1
8	Nitrat	mg/L	0,041	0,048	0,053	0,082	6	S2
9	Fosfat	mg/L	0,0185	0,017	0,163	0,0166	4	S1
<b>Total Skor</b>							<b>58</b>	<b>S2</b>

### Kecepatan Arus

Hasil pengukuran kecepatan arus di beberapa stasiun penelitian berkisar 0,41 cm/s - 0,53 cm/s sehingga kriteria tersebut masih masuk dalam batas kisaran yang masih sesuai, namun belum ideal untuk kesesuaian lahan budidaya rumput laut *K. alvarezii* di perairan pesisir Desa Tanah

**To Cite this Paper** : Gusman, E., Awaludin, Firdaus, M., Ardiansyah. 2026. Analisis Kesesuaian Perairan Pesisir untuk Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di Desa Tanah Kuning, Kalimantan Utara. Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan, 17 (1) : 1-8

**Journal Homepage**: <https://journal.ibrahimiy.ac.id/index.php/JSAPI>

<http://dx.doi.org/10.35316/jsapi.v17i1.8955>

Kuning, Kecamatan Tanjung Palas Timur, Kabupaten Bulungan. Arus yang kuat bisa berdampak terhadap thallus rumput laut sehingga mudah patah. Sebaiknya penentuan lokasi perairan laut budidaya rumput laut jenis *K. alvarezii* sebaiknya terlindung dari arus yang kuat dan gelombang yang tinggi. Namun demikian adanya arus juga berperan penting terhadap pergerakan masa air dalam kegiatan budidaya rumput laut, karena dapat membawa unsur hara penting secara merata untuk menyuplai nutrisi pertumbuhan rumput laut (Shalvina *et al.*, 2022). Nilai kecepatan arus yang ideal untuk pertumbuhan optimal jenis *K. alvarezii* berkisar 0,28 cm/s - 0,40 cm/s (Rosdiana *et al.*, 2024).

#### **Kedalaman**

Hasil pengukuran di beberapa stasiun penelitian menunjukkan kedalaman perairan berkisar dari 10 m - 19 m. Hal ini menunjukkan di perairan pada Lokasi penelitian ini tergolong pada kriteria tidak sesuai untuk budidaya rumput laut *K. alvarezii*. Kedalaman air memengaruhi seberapa banyak cahaya yang diserap oleh rumput laut karena berkaitan dengan proses fotosintesis yang menghasilkan makanan untuk pertumbuhan alga; dimana kedalaman air yang ideal untuk produksi rumput laut adalah 0,6–2,1 m (Nikhilani dan Kusumaningrum, 2021).

#### **Suhu**

Hasil pengukuran suhu perairan di beberapa stasiun penelitian menunjukan kondisi suhu perairan cenderung fluktuatif dengan kisaran 27°C - 28°C. Hal ini menunjukan bahwa kategori tersebut masuk dalam kriteria lahan budidaya rumput laut *K. alvarezii* yang sesuai (S2). Kenaikan permukaan suhu laut yang tinggi sangat berpengaruh terhadap thallus rumput laut sehingga menyebabkan berwarna pucat kekuningan dan terlihat tidak sehat. Suhu perairan mempengaruhi produktivitas pertumbuhan dan proses fotosintesis pada rumput laut (Kumar *et al.*, 2020). Suhu merupakan komponen esensial yang memengaruhi laju pertumbuhan *K. alvarezii* (Bulboa dan De Paula, 2005). Laju pertumbuhan tertinggi *K. alvarezii* di Vietnam tercatat pada suhu 25–28°C, sebaliknya rumput laut *K. alvarezii* menjadi rapuh dengan penurunan laju pertumbuhan harian pada suhu lebih dari 33°C. Budidaya *K. alvarezii* menunjukkan performa terbaik pada suhu 27–30°C di perairan tropis dan subtropis (Ohno *et al.*, 1996).

#### **Kecerahan**

Hasil pengukuran tingkat kecerahan perairan di beberapa stasiun penelitian menunjukkan kriteria sangat sesuai (S1) untuk pertumbuhan budidaya rumput laut *K. alvarezii*. Kisaran kecerahan badan perairan yaitu 1,1 – 1,5 meter. Budidaya rumput laut *K. alvarezii* dengan kecerahan batas maksimal sangat berpengaruh terhadap penetrasi cahaya yang masuk kedalam air untuk proses fotosintesis. Tingkat kecerahan yang tinggi pada batas toleransi sangat efektif untuk proses fotosintesis karena dapat menambah jumlah massa sel penyusun thallus rumput laut (Rosdiana *et al.*, 2024).

#### **Salinitas**

Kadar salinitas perairan pesisir Desa Tanah Kuning, Kecamatan Tanjung Palas Timur, Kabupaten Bulungan berkisar antara 31,5 – 33 ppt. Salinitas di perairan ini masuk dalam kategori kriteria lahan yang sesuai (S2) untuk budidaya rumput laut *K. alvarezii*. Berdasarkan studi lainnya dikatakan bahwa *K. alvarezii* dapat hidup optimal pada batas toleransi salinitas yaitu 32 - 34 ppt (Araujo *et al.*, 2014). Pada kondisi salinitas yang sangat rendah kurang dari batas toleransi mengakibatkan warna pucat pada rumput laut, lunak dan mudah patah sehingga pertumbuhan tidak normal (Rosdiana *et al.*, 2024). Rentang toleransi salinitas untuk *K. alvarezii* diketahui berada pada 30–35 ppt, namun pada kasus tertentu juga bisa menunjukkan adanya pertumbuhan positif pada salinitas rendah (25 ppt) khususnya pada suhu 30°C, sebaliknya akan terjadi penurunan biomassa yang signifikan (pertumbuhan negatif) jika dibudidayakan pada salinitas tinggi sebesar 40 ppt (Shalvina *et al.*, 2022).

#### **pH**

Nilai pH perairan pesisir Desa Tanah Kuning, Kecamatan Tanjung Palas Timur, Kabupaten Bulungan berada pada kisaran nilai 6,7 -7,7. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi perairan tersebut berada pada kondisi yang relatif sesuai (S2) dan sangat sesuai (S1). Kisaran nilai pH yang optimal untuk jenis *K. alvarezii* yaitu 6.8 sampai 9.6 (Oyinkanola *et al.*, 2023). Tingkat keasaman air atau pH merupakan parameter kritis yang menentukan kelangsungan hidup organisme akuatik; nilai pH yang ekstrem dapat menjadi indikator penurunan kualitas lingkungan perairan (Rukka *et al.*, 2023).

### Oksigen Terlarut

Hasil pengukuran konsentrasi oksigen terlarut berkisar pada angka 5,3 – 6,55 mg/L, menunjukkan bahwa perairan pesisir Desa Tanah Kuning, Kecamatan Tanjung Palas Timur, Kabupaten Bulungan masih sesuai (S1) untuk kriteria lahan budidaya rumput laut *K. alvarezii*. Fungsi oksigen terlarut adalah sebagai faktor pembatas bagi organisme hidup termasuk untuk pertumbuhan rumput laut. Aktivitas budidaya rumput laut dapat dilakukan dengan melihat kandungan oksigen terlarut yang masih masuk batas toleransi yaitu 3-8 mg/L (Shalvina *et al.*, 2022).

### Nitrat

Pengukuran konsentrasi nitrat pada lokasi penelitian ini berkisar 0,041 – 0,082 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa nitrat di perairan tersebut masih sesuai (S2) untuk pertumbuhan rumput laut *K. alvarezii*. Nitrogen secara umum dianggap sebagai pemicu utama eutrofikasi pada sebagian besar ekosistem pesisir. Dalam air laut, nitrat dan amonium merupakan dua sumber nitrogen anorganik terlarut yang paling melimpah, di mana keduanya dapat diserap secara langsung menjadi sumber nutrisi utama untuk pertumbuhan oleh makroalga termasuk rumput laut *K. alvarezii* (Chen *et al.*, 2023). Dikatakan juga bahwa ketersediaan nitrat yang lebih tinggi berkorelasi positif terhadap peningkatan laju pertumbuhan bobot segar rumput laut.

### Fosfat

Hasil pengukuran kandungan fosfat pada perairan pesisir Desa Tanah Kuning, Kecamatan Tanjung Palas Timur, Kabupaten Bulungan pada stasiun penelitian berkisar 0,0166-0,0173 mg/L. Kriteria kandungan fosfat di perairan ini masuk dalam kategori sesuai untuk pertumbuhan rumput laut *K. alvarezii*. Kandungan fosfat yang optimal untuk pertumbuhan rumput laut berkisar 0,0057-0,0185 mg/L (2). Fosfor dalam bentuk fosfat di perairan merupakan nutrisi esensial bagi pertumbuhan dan perkembangan organisme laut, termasuk rumput laut *K. alvarezii*. Namun, konsentrasi fosfor yang berlebihan dapat memberikan dampak buruk bagi organisme tersebut, di mana respons terhadap unsur ini sangat bergantung pada jenis spesiesnya (Han *et al.*, 2025).

## KESIMPULAN

Secara keseluruhan perairan pesisir Desa Tanah Kuning, Kecamatan Tanjung Palas Timur, Kabupaten Bulungan memiliki kualitas kimiawi (Nitrat, Fosfat, pH, salinitas) dan fisika (suhu, kecerahan) yang sangat mendukung budidaya rumput laut. Namun, terdapat dua kendala utama yang perlu diperhatikan: (1) Faktor Kedalaman: Kedalaman 10-19 m dianggap tidak ideal karena dapat membatasi akses cahaya matahari jika menggunakan metode tertentu dan menyulitkan pengelolaan dibandingkan kedalaman dangkal. (2) Faktor Arus: Kecepatan arus cenderung kuat, sehingga diperlukan pemilihan lokasi yang lebih terlindung atau penggunaan teknologi budidaya yang lebih kokoh untuk mencegah kerusakan fisik (thallus patah) pada rumput laut.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Borneo Tarakan yang telah mendanai penelitian ini, dengan skema Riset Kompetensi Dosen (RKD) tahun 2025, dan Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Borneo Tarakan yang turut mensupport kelancaran penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Araújo, P. G., Ribeiro, A. L. N., Yokoya, N. S., & Fujii, M. T. (2014). Temperature and salinity responses of drifting specimens of *Kappaphycus alvarezii* (Gigartinales, Rhodophyta) farmed on the Brazilian tropical coast. *Journal of Applied Phycology*, 26(5), 1979-1988.
- Bulboa, C. R., & De Paula, E. J. (2005). Introduction of non-native species of *Kappaphycus* (Rhodophyta, Gigartinales) in subtropical waters: Comparative analysis of growth rates of *Kappaphycus alvarezii* and *Kappaphycus striatum* in vitro and in the sea in south-eastern Brazil. *Phycological Research*, 53(3), 183-188.
- Cahyadi, W. (2021). *Manajemen perikanan budidaya air payau dan laut*. Penerbit ANDI.

- Chen, Y., Lan, L., Zhang, J., Wang, Q., Liu, Y., Li, H., Gong, Q., & Gao, X. (2023). Physiological Impacts of Nitrogen Starvation and Subsequent Recovery on the Red Seaweed *Grateloupia turuturu* (Halymeniaceae, Rhodophyta). *Sustainability (Switzerland)*, 15(9).
- Han, X., Chen, Z., Li, H., & Liu, Z. (2025). Inhibitory effect of phosphorus enrichment on the growth of *Betaphycus gelatinus*. *Aquaculture*, 609, 742-841.
- Jadesta. (2023). *Desa Wisata Pantai Tanah Kuning*. Diakses dari [https://kaltara.jadesta.com/desa/pantai tanah kuning](https://kaltara.jadesta.com/desa/pantai_tanah_kuning)
- Kumar, Y. N., Poong, S. W., Gachon, C., Brodie, J., Sade, A., et al. (2020). Impact of elevated temperature on the physiological and biochemical responses of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta). *PLOS ONE*, 15(9), e0239097.
- Nikhilani, A., & Kusumaningrum, I. (2021). Analisa Parameter Fisika Dan Kimia Perairan Tihik Tihik Kota Bontang Untuk Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(2), 189-200.
- Nuryanto, S., Suryanto, A., & Lestari, P. (2016). Analisis finansial usaha budidaya rumput laut (*Eucheuma cottonii*) di Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 11(2), 165–174.
- Ohno, M., Nang, H. Q., & Hirase, S. (1996). Cultivation and carrageenan yield and quality of *Kappaphycus alvarezii* in the waters of Vietnam. *Journal of Applied Phycology*, 8(4), 431-437.
- Oyinkanola, L. O. A., Aremu, O. A., Fajemiroye, J. A., & Makinde, S. O. (2023). On the physical significance and dielectric response of Castor oil processed in Nigeria as transformer insulating fluid. *International Journal of Research and Innovation in Applied Science (IJRIAS)* VIII (2454), 60–66.
- Pusat Studi Pancasila dan Konstitusi (PSPK) UGM. (2022). *Dampak proses industrialisasi bagi kehidupan sosial budaya masyarakat desa*. Diakses dari <https://pspk.ugm.ac.id/dampak-proses-industrialisasi-bagi-kehidupan-sosial-budaya-masyarakat-desa/>
- Radiarta, I. N., Ernarningsih, N., & Suherman, A. (2016). Pengembangan budidaya rumput laut di Pulau Sebatik, Kalimantan Utara. *Jurnal Riset Akuakultur*, 11(3), 259–268.
- Rosdiana, R., Padyawan, A. R., Usman, H., & Wandu, W. (2024). Analisis Kesesuaian Lahan Budidaya Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) di Perairan Pulau Lingayan, Kabupaten Tolitoli. *JAGO TOLIS : Jurnal Agrokompleks Tolis*, 4(1), 11.
- Rukka, A. H., Masyahoro, A., & Samsul, Y. (2022). Analysis of the growth of seaweed (*Eucheuma cottonii*) on the initial weight and different plant distance cultured off the base of waters of lingayan island. *Jurnal Ilmiah Samudra Akuatika*, 6(2), 45-54.
- Saryati, & Amrie, M. F. (2023). Kawasan Industri Hijau Indonesia (KIHI) Tanah Kuning-Mangkupadi: Peluang dan tantangan. *Ekman Jurnal Ekonomi dan Manajemen*. Diakses dari <https://ekman.fakultasekonomiunikaltar.ac.id/index.php/Ekman/article/view/58>
- Shalvina, A., De Ramon N'Yeurt, A., Lako, J., & Piovano, S. (2022). Effects of selected environmental conditions on growth and carrageenan quality of laboratory-cultured *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta) in Fiji, South Pacific. *Journal of Applied Phycology*, 34(2), 1033–1043.