

Pemetaan Sebaran Rumput Laut di Selat Ceningan, Bali Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2

Ghulam Husein^{a*}, I Wayan Gede Astawa Karang^a, Abd.Rahman Asy-Syakur^a

^aProgram Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

*Corresponding author, email: ghulamhusein@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received:

August 13th, 2024

Received in revised form:

August 17th, 2024

Accepted:

December 27th, 2024

Available online:

August 30th, 2025

ABSTRACT

The Ceningan Strait is located between the islands of Nusa Lembongan and Nusa Ceningan, Nusa Penida District, Klungkung Regency, Bali. Ceningan Strait is one of the many seaweed cultivation areas in the Nusa Penida District. Seaweed is one of the main commodities produced by the surrounding community. This study aims to map the distribution of seaweed in the Ceningan Strait area using Sentinel-2 Level 2A satellite images with and without water column correction. The classification method used is maximum likelihood by going through two classification stages: classification based on objects in the image, and second, it will reclassify to waters with seaweed class and waters without seaweed class. The results obtained the area of seaweed cultivation in the Ceningan Strait of 29.57 ha without water column correction or 56% of the total area of planting patterns based on Google Earth images and 79.2% when compared with Sentinel-2 Level 2A images throughout 2022 while with water column correction obtained an area of 32.24 ha or an area of 60.3 % of the total planting area based on Google Earth images and 85.1 % when compared with Sentinel-2 Level 2A images throughout 2022. The results show that the water column correction treatment does not significantly affect the mapping of seaweed objects.

Keywords:

Mapping, Seaweed, Ceningan Strait

A B S T R A K

Selat Ceningan terletak diantara pulau Nusa Lembongan dan Nusa Ceningan Kecamatan Nusa Penida Kabupaten Klungkung, Bali. Selat Ceningan merupakan salah satu dari area budidaya rumput laut di Kecamatan Nusa Penida. Rumput laut merupakan komoditas utama yang dihasilkan oleh masyarakat sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan distribusi rumput laut di kawasan Selat Ceningan menggunakan citra Satelit Sentinel-2 Level 2A dengan dan tanpa melakukan koreksi kolom air. Metode klasifikasi yang digunakan adalah *maximum likelihood* dengan melalui dua tahap klasifikasi yaitu klasifikasi kelas berdasarkan objek yang ada di lapangan kemudian direklasifikasi menjadi kelas perairan dengan rumput laut dan tanpa rumput laut. Hasil klasifikasi menunjukkan luas lahan budidaya rumput laut di Selat Ceningan seluas 29,99 ha tanpa koreksi kolom air atau seluas 56% dari total luas area pola penanaman berdasarkan citra Google Earth dan 79,2% jika dibandingkan dengan citra Sentinel-2 Level 2A sepanjang tahun 2022 sedangkan dengan koreksi kolom air didapatkan seluas 32,24 ha atau seluas 60,3% dari total luas area penanaman berdasarkan citra Google Earth dan 85,1% jika dibandingkan dengan citra Sentinel-2 Level 2A sepanjang tahun 2022. Hasilnya menunjukkan bahwa perlakuan koreksi kolom air tidak berpengaruh secara signifikan untuk pemetaan objek rumput laut.

Kata Kunci:

Pemetaan, Rumput Laut, Selat Ceningan

2025 JMRT. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Rumput laut merupakan salah satu potensi sumberdaya perairan laut Indonesia, dan merupakan salah satu komoditas yang sangat populer karena memiliki nilai kemanfaatan yang tinggi, ditinjau dari fungsi dan kemanfaatan secara ekologis, rumput laut memainkan peran sebagai tempat pembesaran dan perlindungan untuk berbagai jenis ikan di wilayah perairan laut, dan dapat digunakan sebagai sumber makanan alami (Arthana *et al.*, 2012). Rumput laut atau makroalga digolongkan sebagai organisme pada kingdom protista yang menyerupai tumbuhan yang tidak memiliki

struktur lengkap seperti perbedaan antara daun, akar, dan batang yang umumnya tumbuh di laut (Hurd *et al.*, 2014).

Berdasarkan data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Provinsi Bali sendiri memiliki luas lahan budidaya rumput laut seluas 402.160 m² atau 40.216 Ha (KKP, 2022) Adapun kecamatan Nusa Penida khususnya di perairan Nusa Lembongan memiliki potensi kelautan dan perikanan yang sangat besar seperti budidaya rumput laut dimana di perairan Nusa Lembongan sendiri memiliki luas lahan yang sesuai untuk budidaya rumput laut seluas 3.375,65 Ha dengan 60% dari luas

lahan tersebut yakni 2.025,39 merupakan lahan yang efektif untuk pembudidayaan rumput laut (Nashrullah et al., 2021)

Banyaknya kebutuhan terhadap rumput laut yang menjadikan budidaya rumput laut merupakan salah satu cara memenuhi kebutuhan terhadap permintaan rumput laut di pasaran (Salim dan Ernawati, 2015). Kegiatan budidaya rumput laut di wilayah pesisir Indonesia dilakukan oleh masyarakat nelayan setempat, dimana budidaya ini merupakan salah satu alternatif pemanfaatan kawasan pesisir dan laut untuk meningkatkan taraf hidup para nelayan tradisional. Peningkatan produksi budidaya rumput laut masih cukup besar mengingat tingginya daya dukung dan potensi kawasan pengembangan yang masih terbuka luas untuk dimanfaatkan. Potensi lahan budidaya laut mencapai 12.123.383 ha dan baru dimanfaatkan sekitar 281.474 ha (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2015).

Kecamatan Nusa Penida, memiliki potensi kelautan dan perikanan yang sangat besar khususnya untuk budidaya rumput laut. Salah satunya adalah rumput laut dengan luas area 290 ha dan jumlah petani rumput laut yang terdapat di Kecamatan Nusa Penida adalah 1.782 orang. Dari luas area tersebut untuk pengembangan budidaya rumput laut mencapai 45% dari luas areal pantai. Kecamatan Nusa Penida yang termasuk daerah budidaya rumput laut yaitu Desa Suana, Desa Batununggul, Desa Kutampi, Desa Ped, Desa Toyapakeh, Desa Lembongan dan Desa Jungut Batu (Armiyanti et al., 2015). Kegiatan budidaya rumput laut sempat menjadi primadona yang memberikan pendapatan besar bagi pelaku usaha seperti pembudidaya rumput laut, pengolah dan pemasar. Adanya pariwisata yang semakin berkembang di Nusa Lembongan membuat budidaya rumput laut menjadi turun pamornya, dikarenakan perkembangan pariwisata di Nusa Lembongan yang tidak sinergis dengan pemanfaatan wilayah pesisir yang ada di Nusa Lembongan berakibatkan berkurangnya petani rumput laut yang beralih profesi menjadi pelaku pariwisata (Pradnyana dan Nugroho, 2019).

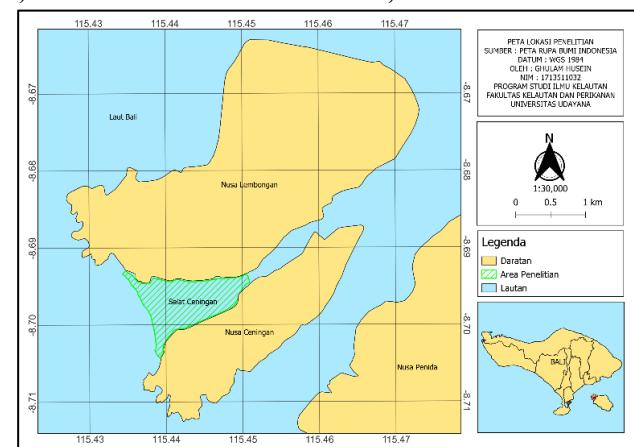
Pada penelitian-penelitian sebelumnya mengenai budidaya rumput laut menggunakan metode remote sensing didominasi menggunakan data citra satelit Landsat 8 seperti penelitian Rahadiati et al. (2018) yang menggunakan pendekatan analisis multitemporal untuk memetakan persebaran budidaya rumput laut di Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan serta Pande et al. (2019) meneliti estimasi potensi produksi rumput laut di perairan Nusa Penida, Kabupaten Klungkung, Bali, menggunakan citra Landsat 8. Penelitian ini akan menggunakan Citra Satelit Sentinel-2 Level 2A yang memiliki resolusi spasial maupun temporal yang lebih baik dari Landsat. Penelitian ini akan dibagi menjadi dua hasil klasifikasi yakni citra klasifikasi tanpa koreksi kolom air dan citra klasifikasi dengan koreksi kolom air yang kemudian akan dibandingkan hasilnya dengan citra klasifikasi dari Google Earth dan Sentinel-2 Level 2A selama tahun 2022.

Adanya berbagai faktor yang membuat masyarakat kembali menjadi petani rumput laut merupakan salah satu indikasi perubahan luasan rumput laut di Selat Ceningan, maka dari itu dilakukan penelitian untuk mendapatkan informasi mengenai sebaran dan luasan rumput laut yang ada dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh serta sistem informasi geografis.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Lokasi penelitian ini dilakukan di wilayah Selat Ceningan, Kecamatan Nusa Penida Kabupaten Klungkung Provinsi Bali dengan letak geografis $115^{\circ}26'4.65"E$ - $115^{\circ}27'8.61"E$ dan $8^{\circ}42'19.33"S$ - $8^{\circ}42'19.38"S$. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus-Desember 2022 di Laboratorium GIS dan Remote Sensing Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Udayana.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini akan dibagi menjadi beberapa tahap yakni, perolehan data primer yakni data hasil studi lapangan berjumlah 181 titik yang akan digunakan untuk klasifikasi dan data sekunder yakni citra satelit yang akan digunakan dengan mengambil dari sumber resmi; pra-pengolahan data dan klasifikasi.

2.2.1 Perolehan Data

Penelitian ini menggunakan data citra satelit Sentinel-2 Level 2A tahun akuisisi 29 September 2022 sebagai citra utama yang diperoleh dari website <https://scihub.copernicus.eu>. Data koordinat hasil studi lapangan dan data area penanaman yang diperoleh langsung dengan mendigitasi cakupan rumput laut dari Google Earth dan citra satelit Sentinel-2 Level 2A sepanjang tahun 2022 yang diperoleh dari situs <https://scihub.copernicus.eu>.

Tabel 1. Daftar Citra yang Digunakan

Jenis Citra Satelit	Waktu Akuisisi
Sentinel-2 Level 2A	12 Januari 2022
	01 Februari 2022
	23 Maret 2022
	02 April 2022
	22 Mei 2022
	11 Juni 2022
	06 Juli 2022
	25 Agustus 2022
	29 September 2022
	29 Oktober 2022
Google Earth	28 November 2022
	13 Desember 2022
	12 Agustus 2019
	29 Oktober 2019
	4 Juli 2020
Google Earth	16 Februari 2021
	20 Juli 2021
	04 Agustus 2022
	11 Oktober 2022

2.2.2 Pra-Pengolahan Data

Band yang digunakan pada penelitian ini adalah *band 2 (blue)* yang berfungsi untuk melihat perkembangan vegetasi, *band 3 (green)* yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap klorofil pada vegetas, *band 4 (red)* yang memiliki penyerapan klorofil secara maksimal dan *8A (narrow NIR)* yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap nilai vegetasi dan berfungsi sebagai acuan *masking* (ESA, 2015). Pengolahan data citra diawali dengan melakukan *resampling* yakni menyamaratakan nilai resolusi spasial pada band yang akan digunakan yang kemudian dilakukan *subset* dari citra satelit yang telah didapatkan untuk memfokuskan area penelitian agar lebih terfokus dan mempermudah melakukan klasifikasi. Setelah itu dilakukan *deglint* yakni menghilangkan gangguan

pantulan sinar matahari pada permukaan air dan selanjutnya *masking* dilakukan untuk menghilangkan bagian daratan, awan dan deburan ombak dengan yang ada pada citra satelit yang digunakan. Pada dasarnya proses *deglint* sudah cukup untuk mendapatkan perbedaan antara daratan dan lautan karena algoritma dari proses *deglint* menghasilkan nilai negatif pada objek daratan, awan dan deburan ombak. Proses *masking* tetap dilakukan untuk memperinci perbedaan antara daratan dan lautan dengan menambahkan nilai ambang batas pada citra yang diolah.

2.2.3 Koreksi Kolom Air

Koreksi kolom air digunakan untuk menghilangkan perbedaan kedalaman antara objek pada citra dengan substrat yang sama dimana hal ini dilakukan pada setiap pasangan kanal tampak yakni band 2, 3 dan 4.(persamaan 1):

$$X_i = \ln (R_i - R_i^{\text{deep}}) \quad (1)$$

dimana,

R_i = nilai reflektan pada band i

R_i^{deep} = nilai reflektan laut dalam pada band i

Berdasarkan kalkulasi dari Green *et al.* (2000). Perbedaan slope atau kemiringan daripada objek yang mempengaruhi proses koreksi kolom air dapat menggunakan persamaan 2,3,4 dan 5:

$$\frac{k_i}{k_j} = a + \sqrt{a^2 + 1} \quad (2)$$

keterangan,

k_i = nilai pantulan pada band i

k_j = nilai pantulan pada band j

a = koefisien antar nilai pantulan

$$a = \frac{\sigma_{ii} - \sigma_{jj}}{2\sigma_{ij}} \quad (3)$$

keterangan,

σ_{ii} = varian band i

σ_{jj} = varian band j

$2\sigma_{ij}$ = kovarian band i dan j

dan kovarian dihitung dengan

$$\sigma_{ij} = X_i X_j - (X_i \bar{X}_j) \quad (4)$$

keterangan,

$\bar{X}_i \bar{X}_j$ = nilai pada band i dan j

$\bar{X}_i \bar{X}_j$ = mean pada band i dan j

kemudian koreksi kolom air akan dilakukan pada setiap pixel yang ada kecuali pada area yang sudah dilakukan masking dengan menggunakan persamaan berikut :

$$d_{ij} = X_i - \frac{k_i}{k_j} X_j \quad (5)$$

keterangan,

d_{ij} = indeks kedalaman

2.3 Klasifikasi

Klasifikasi citra yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode maximum likelihood atau kemiripan maksimal pada setiap training area yang dibagi menjadi 2 (dua) tahap klasifikasi, tahap pertama yakni memberikan kelas objek sesuai yang ada di lapangan seperti rumput laut, lamun dan pasir yang kemudian akan dilanjutkan ke tahap kedua yakni reklasifikasi menjadi kelas perairan dengan rumput laut dan kelas perairan tanpa rumput laut.

2.4 Perbandingan Klasifikasi

Setelah didapatkan citra hasil klasifikasi, citra utama yang telah diklasifikasi akan dibandingkan dengan citra dari Google Earth dan Sentinel-2 Level 2A sepanjang tahun 2022 dengan tujuan untuk

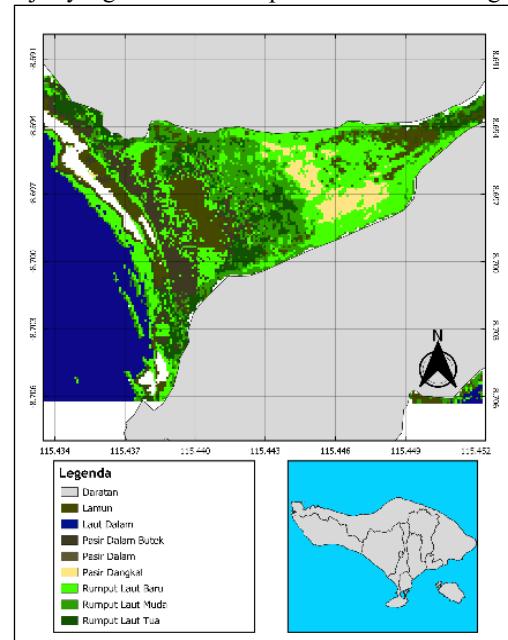
mengidentifikasi pola penanaman rumput laut dan juga sebagai pengganti uji akurasi citra satelit Sentinel-2 Level 2A dalam memetakan rumput laut, dengan membandingkannya dengan citra yang memiliki resolusi spasial lebih tinggi dari Google Earth. Selain itu, perbandingan ini juga melibatkan analisis multitemporal pada citra gabungan Sentinel-2 Level 2A selama tahun 2022

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Klasifikasi

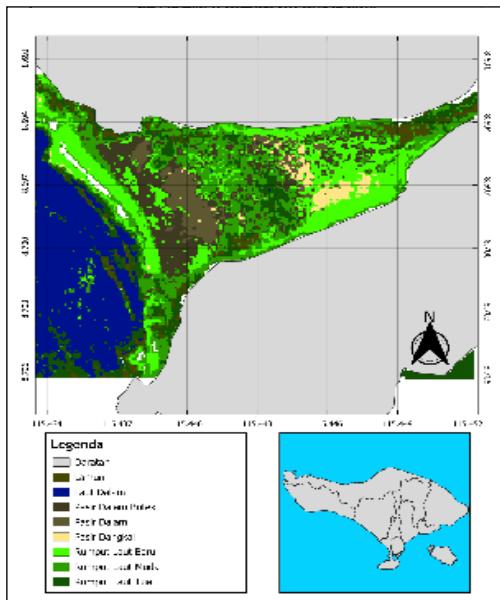
Berdasarkan studi lapangan didapatkan tutupan lahan di Selat Ceningan didominasi oleh rumput laut, pasir dan lamun. Pada penelitian ini hasil klasifikasi akan dibandingkan dengan data area penanaman rumput laut di Selat Ceningan yang bersumber dari Google Earth dan Sentinel-2 Level 2A setiap bulan sepanjang tahun 2022 yang kemudian akan dibandingkan dengan citra satelit Sentinel-2 Level 2A pada tanggal 29 September 2022. Hal ini dilakukan untuk menganalisis pola penanaman rumput laut yang ditanam diarea tersebut.

Klasifikasi tahap pertama dilakukan dengan menggunakan 8 (delapan) kelas untuk masing-masing citra, baik yang tidak terkoreksi kolom air (Gambar 2 (a)) maupun untuk citra yang terkoreksi kolom air (Gambar 2 (b)). Hal ini dilakukan untuk memperjelas nilai antar kelas agar tidak tercampur menjadi kelas yang sama dikarenakan memiliki nilai spektral yang hampir sama sehingga objek yang akan diteliti dapat teridentifikasi dengan jelas.



(a) klasifikasi tahap pertama tanpa koreksi kolom air

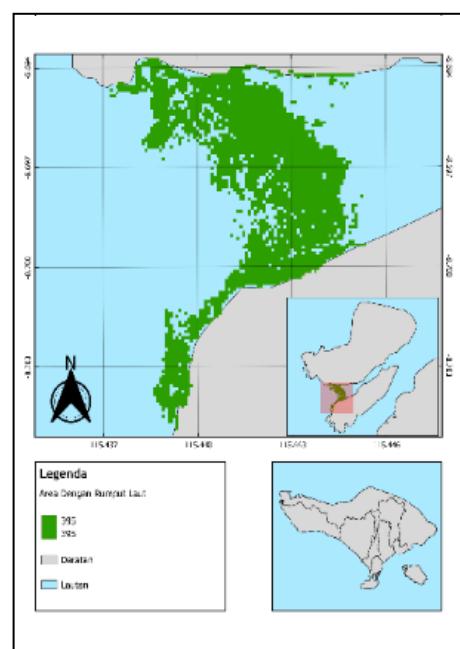
Setelah dilakukan klasifikasi tahap pertama, selanjutnya akan dilakukan klasifikasi tahap kedua yakni mengklasifikasi ulang menjadi kelas perairan dengan rumput laut dan perairan non rumput laut (Gambar 3). Hasil reklasifikasi didapatkan luas citra dengan koreksi kolom air seluas 27,25 ha (Gambar 3 (a)) sedangkan untuk citra tanpa koreksi kolom air seluas 30,81 ha (Gambar 3 (b)) menunjukkan bahwa citra tanpa koreksi kolom air mendapatkan luas yang lebih besar dibandingkan dengan citra dengan koreksi kolom air.



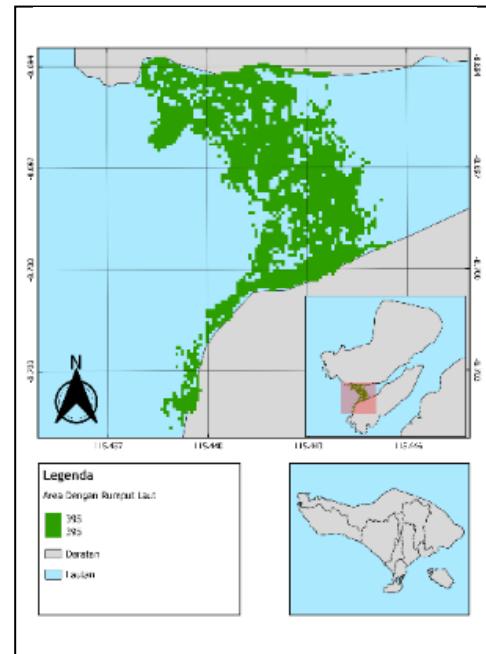
(b) klasifikasi tahap pertama dengan koreksi kolom air

Gambar 2. Klasifikasi Tahap Pertama

Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa luas area yang teridentifikasi mengandung rumput laut adalah 30,81 ha tanpa penerapan koreksi kolom air, dan 27,25 ha setelah koreksi kolom air, sehingga terdapat selisih seluas 3,56 ha. Hal ini terlihat dari perbedaan sebaran rumput laut pada citra, dimana citra tanpa koreksi kolom air (Gambar 3 (a)) menunjukkan lebih banyak area yang terdeteksi, sementara pada citra dengan koreksi kolom air (Gambar 3 (b)) deteksi objek rumput laut menjadi lebih jarang. Hal ini disebabkan oleh penerapan koreksi kolom air yang dapat menghasilkan klasifikasi yang lebih akurat, mencerminkan objek yang sebenarnya. Menurut penelitian Thalib *et al.* (2018), penggunaan algoritma Lyzenga terbukti efektif dalam mendeteksi objek bawah air, namun karena rumput laut dan lamun memiliki karakteristik pantulan yang serupa, algoritma klasifikasi cenderung mengklasifikasikan keduanya sebagai kelas yang sama.



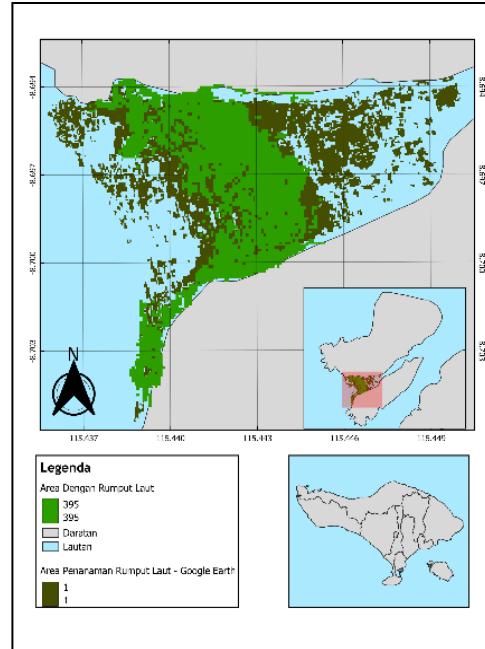
(a) klasifikasi tahap kedua tanpa koreksi kolom air



(b) klasifikasi tahap kedua dengan koreksi kolom air

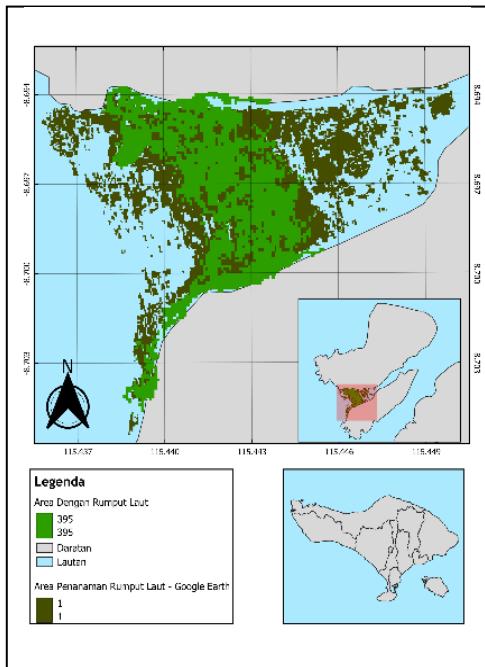
Gambar 3. Reklasifikasi Tahap Pertama ke Tahap Kedua*a. Citra Google Earth*

Citra Google Earth dengan luas 53,51 ha jika diinterpretasikan dengan citra satelit Sentinel-2 Level 2A akuisisi 29 September 2022 luas area rumput laut pada saat pengambilan data (Gambar 4) memiliki persentase luas sebesar 57,58% tanpa koreksi kolom air (a) dan 50,94% dengan koreksi kolom air (b) dari luas area penanaman. Luas perbandingan antara citra hasil klasifikasi dapat dilihat pada (Tabel 2).



(a) overlay citra Google Earth dengan hasil klasifikasi tanpa koreksi kolom air

Kecilnya persentase hasil klasifikasi dengan data pembanding dipengaruhi oleh beberapa hal seperti percobaan wilayah tanam oleh para petani rumput laut disebabkan hal seperti substrat yang tidak cocok, kedalaman yang tidak sesuai serta parasit dan hama yang menghinggapi rumput laut.

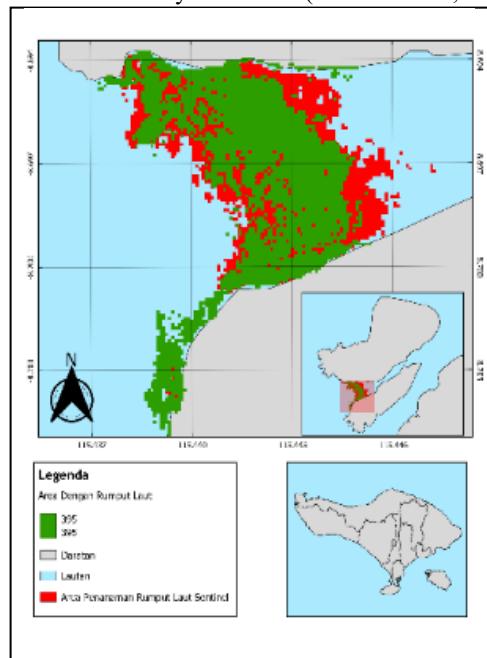


(b) overlay citra Google Earth dengan hasil klasifikasi terkoreksi kolom air

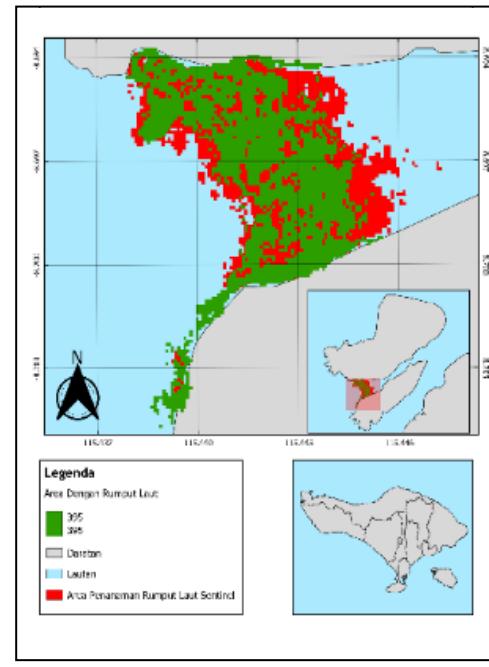
Gambar 4. Klasifikasi Tahap Kedua dan Overlay dengan Citra Google Earth

b. Citra Sentinel-2 Level 2A 2022

Citra satelit Sentinel-2 Level 2A tahun 2022 mencatatkan luas area penanaman rumput laut sebesar 37,88 ha (Gambar 5). Perbandingan dengan citra Sentinel-2 dari 29 September 2022 menunjukkan kecocokan sebesar 81,33% tanpa koreksi kolom air (Gambar 3 (a)) dan 71,94% dengan koreksi kolom air (Gambar 3 (b)). Pola penanaman rumput laut di Selat Ceningan terfokus di bagian tengah dari Selat Ceningan, sementara area dekat jembatan kuning dan laut dalam jarang ditemukan penanaman. Hal ini disebabkan oleh faktor-faktor seperti hama, pemangsaan oleh ikan, dan kondisi oseanografi yang kurang mendukung pertumbuhan rumput laut di kedua wilayah tersebut (Arthana *et al.*, 2015)



(a) overlay citra Sentinel-2 dengan hasil klasifikasi tanpa koreksi kolom air



(b) overlay citra Sentinel-2 dengan hasil klasifikasi terkoreksi kolom air

Gambar 5. Klasifikasi Tahap Kedua dan Overlay dengan Citra Sentinel

3.1 Perbandingan Klasifikasi

Perbandingan Klasifikasi dilakukan sebagai pengganti uji akurasi dalam penelitian ini, dengan hasil seperti pada (Tabel 2) dimana persentase luas citra tanpa koreksi kolom air menunjukkan luas sebesar 88,46% dari citra dengan koreksi kolom air, 81,33% dari citra Sentinel sepanjang tahun 2022 dan 57,58% dari citra Google Earth tahun 2020-2022. Pada citra dengan koreksi kolom air menunjukkan luas sebesar 71,94% dari citra Sentinel sepanjang tahun 2022 dan 50,94% dari citra Google Earth 2020-2022.

Tabel 2. Perbandingan Presentase Luas Antar Citra

Jenis Citra (Luas)	Tanpa Koreksi Kolom Air	Dengan Koreksi Kolom Air	Citra Sentinel 2022	Google Earth 2020-2022
Tanpa Koreksi Kolom Air (30,81 ha)		88,46%	81,33%	57,58%
Dengan Koreksi Kolom Air (27,25 ha)	88,46%		71,94%	50,94%
Citra Sentinel 2022 (37,88 ha)	81,33%	71,94%		70,8%
Google Earth 2020-2022 (53,51 ha)	57,58%	50,94%	70,8%	

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian terhadap pemetaan persebaran rumput laut adalah sebagai berikut:

1. Persebaran rumput laut di kawasan Selat Ceningan terpetakan dengan baik menggunakan citra Sentinel-2 Level 2A dan diperoleh hasil yakni seluas 30,81 ha tanpa koreksi kolom air dan 27,25 ha dengan koreksi kolom air. Adapun persebaran penanaman di kawasan Selat Ceningan pada tahun 2022 terkonsentrasi di bagian tengah dari Selat Ceningan

- dibandingkan dengan kebiasaan penanaman berdasarkan citra satelit Google Earth sedangkan berdasarkan citra Sentinel-2 Level 2A tahun 2022 pola penanaman masih terbilang sesuai.
2. Selisih perbedaan pada citra yang melalui koreksi kolom air dan tidak melalui proses koreksi kolom air menunjukkan hasil sebesar 3,56 ha pada kedua citra dimana citra terkoreksi kolom air memiliki nilai akurasi yang lebih kecil dibandingkan citra tanpa koreksi kolom air. Hal ini dapat menunjukkan citra yang terkoreksi kolom air dapat memetakan dengan lebih baik dalam membedakan objek yang ada di lapangan.

Daftar Pustaka

- Armiyanti, N.P.N.N., 2015. Tingkat Produktivitas Budidaya Rumput Laut Pada Perairan Pantai Di Kecamatan Nusa Penida Kabupaten Klungkung. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 3(1):1- 12 DOI: 10.23887/jjpg.v3i1.20452
- Arthana, I. W., Pertami, N. D., Hendrawan, I. G., Wiyanto, D. B., Perwira, I. Y., & Ulinuha, D. (2012). Pemetaan Potensi Kawasan Budidaya Rumput Laut Di Perairan Tenggara Pulau Bali. *Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana*.
- Arthana, I. W., Wiyanto, D. B., Karang, I. W. G. A., Ernawatia, N. M., & Saraswati, S. A. (2015). Upaya Perbaikan Produktivitas Usaha Budidaya Rumput Laut Di Nusa Lembongan, Bali. *PROSIDING SENASTEK 2015* 225–231.
- Hurd, C. L., Harrison, P. J., Bischof, K., & Lobban, C. S. (2014). *Seaweed ecology and physiology*. Cambridge University Press.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2015). *Kelautan dan Perikanan dalam Angka 2015*. Jakarta: Pusat Data Statistik dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- KKP. (2022). *Kelautan dan Perikanan dalam Angka Tahun 2022*.
- Nashrullah, M. F., Susanto, A. B., Pratikto, I., & Yati, E. (2021). Analisis Kesesuaian Lahan Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty) menggunakan Citra Satelit Di Perairan Pulau Nusa Lembongan, Bali. *Journal of Marine Research*, 10(3), 345–354.
- Pande, M., Nyoman, I. D., & Putra, N. (2019). Estimasi Potensi Produksi Rumput Laut di Perairan Nusa Penida Menggunakan Citra Landsat 8. *Journal of Marine Research and Technology*, 2(2), 43–47.
- Pradnyana, I. W. G. W., & Nugroho, S. (2019). Upaya Revitalisasi Pertanian Rumput Laut Dalam Praktik Pariwisata Di Desa Lembongan, Kabupaten Klungkung. *Jurnal Destinasi Pariwisata*, 7(2), 352. <https://doi.org/10.24843/jdepar.2019.v07.i02.p21>
- Rahadiati, A., Soewardi, K., Wardiatno, Y., & Sutrisno, D. (2018). Pemetaan Sebaran Budidaya Rumput Laut: Pendekatan Analisis Multispektral dan Multitemporal (Studi Kasus di Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan). *Majalah Ilmiah Globe*, 20(1), 13. <https://doi.org/10.24895/mig.2018.20-1.718>
- Salim Z, & Ernawati. 2015. Info Komoditi Rumput Laut.. *Badan Pengkajian dan Pengembangan Kebijakan Perdagangan Al Mawardi Prima*, Jakarta
- Thalib, M. S., Nurdin, N., & Aris, A. (2018). The Ability of Lyzenga's Algorithm for Seagrass Mapping using Sentinel-2A Imagery on Small Island, Spermonde Archipelago, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 165(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/165/1/012028>