

SKRIPSI
PERBANDINGAN KONDISI DAN LUASAN TERUMBU KARANG PADA
PERIODE ENSO (*EL NIÑO- SOUTHERN OSCILLATION*) TAHUN
2022 DAN 2023 MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-2 DI
PERAIRAN TAMAN WISATA ALAM LAUT 17 PULAU
KABUPATEN NGADA, NUSA TENGGARA TIMUR



Oleh :

MAULANA MALIK MUHAMMAD
2110716310005

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
BANJARBARU

2025

SKRIPSI
PERBANDINGAN KONDISI DAN LUASAN TERUMBU KARANG PADA
PERIODE ENSO (*EL NIÑO- SOUTHERN OSCILLATION*) TAHUN
2022 DAN 2023 MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-2 DI
PERAIRAN TAMAN WISATA ALAM LAUT 17 PULAU
KABUPATEN NGADA, NUSA TENGGARA TIMUR



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Studi pada Fakultas
Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Lambung Mangkurat

Oleh :

MAULANA MALIK MUHAMMAD
2110716310005

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
BANJARBARU

2025

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Perbandingan Kondisi dan Luasan Terumbu Karang Pada Periode ENSO (*El Nino – Southern Oscillation*) Tahun 2022 – 2023 Menggunakan Citra Sentinel-2 Di Perairan Taman Wisata Alam Laut 17 Pulau Kabupaten Ngada, Nusa Tenggara Timur

Nama : Maulana Malik Muhammad

NIM : 2110716310005

Fakultas : Perikanan dan Ilmu Kelautan


Program Studi : Ilmu Kelautan

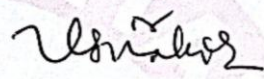
Tanggal Ujian Skripsi : 26 Juni 2025

Persetujuan,

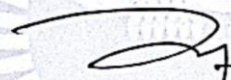
Pembimbing 1

Pembimbing 2



Dr. Frans Tony, S.Pi., M.P.
NIP. 19760210 200912 1 003


Dr. Muhammad Syahdan, S.Pi., M.Si.
NIP. 197708115 200604 1 003


Penguji



Dr. Yuliyanto, S.T., M.Si.
NIP. 19740703 200604 1 002

Mengetahui,


Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Lambung Mangkurat

Koordinator Program Studi
Ilmu Kelautan


Dr. H. H. Untung Bijaksana, M.P.
NIP. 19640517 199303 1 001


Dr. Yuliyanto, S.T., M.Si.
NIP. 19740703 200604 1 002

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan kondisi dan luasan tutupan terumbu karang pada periode *El Niño* dan *La Niña* tahun 2022–2023 di perairan Taman Wisata Alam Laut 17 Pulau, Kabupaten Ngada, Nusa Tenggara Timur, menggunakan citra satelit Sentinel-2. Metode yang digunakan meliputi koreksi radiometrik, atmosferik, koreksi *sunlint*, transformasi Lyzenga, klasifikasi terarah (*Supervised Classification – Maximum Likelihood*), serta validasi lapangan pada 120 titik observasi. Data suhu permukaan laut, Anomali suhu permukaan laut, DHW, dan *hotspot* diambil dari *Coral Reef Watch–NOAA* sebagai indikator stres termal. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan luasan karang hidup dari 777 Ha (2022) menjadi 781 Ha (2023) dan lamun/ alga mengalami peningkatan dari 104 (2022) menjadi 136 Ha (2023) serta penurunan luasan karang mati dan pasir. Nilai *Degree Heating Week* (DHW) dan *hotspot* selama periode *El Niño* 2023 berada dalam kategori “*Watch*”, sehingga tidak ditemukan potensi *bleaching* signifikan. Tingkat akurasi klasifikasi mencapai 72,5% dan citra Sentinel-2 terbukti efektif dalam pemantauan spasial terumbu karang di perairan dangkal.

Kata kunci : Terumbu karang, Sentinel-2, ENSO, Penginderaan Jauh, *Coral Reef Watch* (CRW), Taman Wisata Alam Laut 17 Pulau

ABSTRACT

This study aims to analyze the changes in condition and extent of coral reef cover during the *El Niño* and *La Niña* periods in 2022–2023 in the waters of the Marine Nature Tourism Park of the 17 Islands, Ngada Regency, East Nusa Tenggara, using Sentinel-2 satellite imagery. The methods used include radiometric correction, atmospheric correction, *sunlint* correction, Lyzenga transformation, supervised classification (Maximum Likelihood), and field validation at 120 observation points. Sea surface temperature, sea surface temperature anomaly, Degree Heating Weeks (DHW), and *hotspot* data were obtained from *Coral Reef Watch–NOAA* as indicators of thermal stress. The results showed an increase in live coral cover from 777 ha (2022) to 781 ha (2023), and algae/seagrass cover also increased from 104 ha (2022) to 136 ha (2023), while the area of dead coral and sand decreased. DHW and *hotspot* values during the 2023 *El Niño* period remained in the “*Watch*” category, indicating no significant *bleaching* potential. The classification accuracy reached 72.5%, and Sentinel-2 imagery proved effective for spatial monitoring of coral reefs in shallow marine environments.

Keywords : Coral reef, Sentinel-2, ENSO, Remote Sensing, *Coral Reef Watch* (CRW), Marine Nature Tourism Park of the 17 Islands.

KATA PENGANTAR

Dengan penuh kerendahan hati, penulis mengucapkan puji Syukur kepada Allah SWT. Atas segala nikmat, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Penelitian Skripsi dengan judul **Perbandingan Kondisi Dan Luasan Terumbu Karang Pada Periode ENSO (*El Nino – Southern Oscillation*) Tahun 2022 dan 2023 Menggunakan Citra Sentinel-2 di Perairan Taman Wisata Alam Laut 17 Pulau Kabupaten Ngada, Nusa Tenggara Timur.**

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Lambung Mangkurat.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa tanpa dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, penyusunan laporan ini tidak akan terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dengan tulus penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, khususnya kepada bapak **Supriadi (Alm)**, yang telah wafat saat penulis berada di semester 5. Semasa hidup, beliau adalah sosok motivator dan mentor terbaik dalam hidup penulis. Semoga segala amal ibadah beliau diterima di sisi-Nya. Untuk ibu **Hasnawati**, terima kasih atas kasih sayang, dukungan, nasihat, serta semangat yang tiada henti dalam mendorong penulis menyelesaikan studi ini.
2. Adik tercinta, **Ayatul Husna**, yang selalu mendoakan dan memberikan semangat dalam setiap langkah penulis.
3. Keluarga besar penulis, yang selalu memberikan perhatian, doa, dan semangat. Secara khusus, penulis menyampaikan terima kasih mendalam kepada kakek tercinta, **Lo'ding**, dan nenek tersayang, **Muhayang**, atas cinta, doa, dan nilai-nilai kehidupan yang telah ditanamkan sejak kecil.
4. Bapak **Dr. Frans Tony, S.Pi., M.P.** selaku Dosen Pembimbing 1 dan Dosen Pembimbing Akademik sekaligus *the best mentor*, yang telah membimbing dengan penuh kesabaran, ketulusan, serta semangat kolaboratif yang luar biasa. Tidak hanya dalam proses akademik, beliau juga telah menjadi sosok inspiratif yang senantiasa memberikan kesempatan kepada penulis untuk terlibat

langsung dalam berbagai proyek, yang sangat berperan dalam memperkaya wawasan dan pengalaman profesional.

5. Bapak **Dr. Muhammad Syahdan, S.Pi., M.Si.** selaku Dosen Pembimbing 2, yang telah menjadi sosok inspiratif dalam bidang Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Penginderaan Jauh. Berkat wawasan, semangat, dan ketertarikan beliau dalam bidang tersebut, penulis terdorong untuk memilih topik ini sebagai judul skripsi, serta semakin termotivasi untuk mendalaminya secara akademik maupun praktis.
6. Bapak **Dr. Yulianto, S.T., M.Si.** selaku Dosen Penguji yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pemikiran dalam memberikan arahan, koreksi, serta masukan konstruktif selama proses ujian dan penyusunan skripsi ini.
7. Bapak **Dr. Ir. H. Untung Bijaksana, M.P** selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan yang telah memberikan dukungan, fasilitas, dan suasana akademik yang kondusif selama masa studi penulis.
8. Dosen dan staf Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Lambung Mangkurat, yang telah memberikan ilmu, bimbingan, serta dukungan selama masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini.
9. seluruh tim yang telah membantu dalam proses pengambilan data di lapangan **M. Riza Septiandy, S.Si., M.Ling., Akhamd Sahril, S.Si., Muhammad Firzatullah.** Semoga segala bantuan dan kebaikan yang diberikan menjadi amal kebaikan yang membawa keberkahan.
10. Keluarga Buta Maps, **Fitra** (Adiks), **Riski** (Biji Nangka) **Akbar** (Raja Meler) **Yudi** (Pedo) **Junai** (Niga) dan **Ruly** (CLB). Terima kasih atas segala tawa, lelucon absurd, dan obrolan larut malamnya. Meski sering tersesat, baik di lapangan maupun dalam moral. Semoga hubungan ini tetap solid meskipun peta sudah dilipat, GPS dimatikan, dan laptop ditutup.
11. **Wave Generation 14** yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan akademik ini. Kebersamaan, dukungan, dan semangat saling membantu selama proses perkuliahan hingga tahap akhir penyusunan skripsi menjadi pengalaman berharga yang tak terlupakan. Semoga persaudaraan yang telah terjalin dapat

terus terjaga dan menjadi bekal positif di dunia profesional maupun kehidupan pribadi masing-masing.

12. **Nurul Ananda Hikmah** yang selalu setia memberikan semangat, dukungan, dan doa dalam setiap langkah perjuangan ini. Terima kasih telah menjadi tempat berbagi rasa lelah, gelisah, dan bahagia di tengah proses panjang sebelum dan saat penyusunan skripsi ini.
13. Untuk diriku sendiri (**Maulana Malik Muhammad**), terima kasih karena telah memilih untuk tetap berjuang, meski sering kali harus berjalan sendiri. Tidak ada yang benar-benar tahu betapa sulitnya menjaga diri tetap waras di tengah tekanan, belajar menahan, dan diam-diam menyelesaikan semuanya tanpa banyak bicara. Kamu bukan anak yang paling pintar, bukan juga yang paling cepat, tapi kamu terus mencoba, dan itu sudah cukup luar biasa. Kamu belajar dari jatuh, bangkit tanpa sorakan, dan tetap melangkah meski tak selalu ada yang melihat. Dan untuk semua usaha yang pernah kamu lakukan sendirian aku bangga padamu. Kamu layak sampai di titik ini.

Banjarbaru, 30 Juni 2025



Maulana Malik Muhammad
NIM. 2110716310005

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Kegunaan Penelitian	3
1.5. Ruang Lingkup	3
1.5.1. Ruang Lingkup Wilayah.....	3
1.5.2. Ruang Lingkup Materi.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Taman Wisata Alam Laut 17 Pulau (TWAL 17 Pulau).....	6
2.2. Terumbu karang	7
2.2.1. Sebaran Karang di Indonesia	10
2.2.2. Fungsi dan Manfaat Terumbu Karang	12
2.2.3. Faktor Pembatas.....	12
2.3. Pemanfaatan Penginderaan Jauh untuk Terumbu Karang	14
2.3.1. Teknik Penginderaan Jauh (<i>Remote Sensing</i>) Pada Deteksi Kerusakan Ekosistem Terumbu Karang	17
2.4. Citra Sentinel-2.....	19
2.5. <i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i> (NOAA).....	23
2.5.1. <i>El Nino – Southern Oscillation</i> (ENSO).....	25
2.5.2. <i>Degree Heating Weeks</i> (DHW).....	27
2.5.3. <i>Hotspot</i>	28
BAB 3. METODE PENELITIAN	30
3.1. Waktu dan Tempat	30
3.2. Alat dan Bahan	30
3.3. Pengolahan dan Pengumpulan Data	35
3.3.1. Koreksi Radiometrik – Atmosferik.....	35
3.3.2. <i>Composite Band</i> dan <i>Cropping</i> Citra.....	36
3.3.3. Koreksi Glint (<i>Sunlint</i>).....	37
3.3.4. <i>Masking</i>	39

3.3.5. Tranformasi <i>Lyzenga</i>	39
3.3.6. Data ENSO dari <i>Coral Reef Watch</i> , NOAA	40
3.4. Analisis Data.....	41
3.4.1. Klasifikasi Citra	41
3.4.2. Validasi Data	41
3.4.3. Uji Ketelitian Akurasi	42
3.4.4. Perhitungan Luasan dan Persentasi Tutupan Karang.....	43
3.4.5. Kriteria Penilaian Status Terumbu Karang	44
3.5. Skema Kerja	45
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1. Hasil Klasifikasi Sebaran Terumbu Karang Tahun 2022 dan 2023	46
4.1.1. Perubahan Luasan Terumbu Karang.....	49
4.1.2. Uji Akurasi Peta	50
4.2. <i>El Nino-Southern Oscillation</i> (ENSO)	51
4.2.1. Suhu Permukaan Laut (<i>Sea Sufer Tempratur</i>)	51
4.2.2. Anomali Suhu Permukaan Laut	61
4.2.3. <i>Hotspot</i>	71
4.2.4. <i>Degree Healing Week</i> (DHW)	74
4.3. Analisis Status dan Kondisi Terumbu Karang Berdasarkan <i>Heat Stress Level</i> (HSL) Terhadap Potensi Terjadinya <i>Coral Bleaching</i>	76
4.4. Evaluasi Status Terumbu Karang Berdasarkan <i>Heat Stress</i> <i>Level</i> (HSL) dan Luasan Tutupan Terumbu Karang Tahun 2022 dan 2023	79
4.5. Pengamatan Kondisi Tutupan Terumbu Karang di Perairan TWAL 17 Pulau	81
BAB 5. PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	85
5.2. Saran	86

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Skema Bagan Alir Penelitian.....	5
Gambar 2.1 Pulau Riung – Kawasan Taman Wisata Alam Laut 17 Pulau (TWAL 17 Pulau Tahun 2023	6
Gambar 2.2 Terumbu Karang Tepi (<i>Fringing Reefs</i>) Pulau Nosy Tanikely Tahun 2025.....	8
Gambar 2.3 Terumbu Karang Penghalang (<i>Barrier Reefs</i>) Great Barrier Reef Tahun 2000	9
Gambar 2.4 Terumbu Karang Atol (<i>Atol Reefs</i>) Pulau Maratua Tahun 2016.....	9
Gambar 2.5 Terumbu Karang Gosong (<i>Patch Reefs</i>) Great Barrier Reef Tahun 2000	10
Gambar 2.6 Kawasan Segitiga Terumbu Karang (<i>Coral Triangle Initiative</i>) Tahun 2020.....	11
Gambar 2.7 Kontrol pada Interaksi Cahaya yang Direkam dalam Citra dan Perbedaan dalam Interaksi Cahaya di Perairan yang Jernih dan Keruh	16
Gambar 2.8 Profil vertical karakteristik spektral pasangan <i>band</i> DII. a) profil vertikal; b) karakteristik spektral <i>band</i> DII citra 1996; c) karakteristik spektral <i>band</i> DII citra 2002; d) karakteristik spektral <i>band</i> DII citra 2013; ($\color{red}{-}$) profil spectral pasangan <i>band</i> biru-hijau; ($\color{green}{-}$) profil spectral pasangan <i>band</i> biru-merah; ($\color{blue}{-}$) profil spectral pasangan <i>band</i> hijau-merah.....	18
Gambar 2.9 Distribusi Spektral Terumbu Karang terhadap Ekosistem lain	19
Gambar 2.10 Model Suhu Permukaan Angin, Area Udara yang Naik dan Termokin di Pasifik Tropis selama Kondisi <i>El Niño</i> , Normal dan <i>La Niña</i>	25
Gambar 2.11 Peta Suhu Laut Dunia dari Satelit Aqua-MODIS (AMSR-E).....	26
Gambar 2.12 Grafik Indeks <i>Niño</i> 3.4 Tahun 2014 – 2023 (Merah Muda : <i>Nino</i> 3.4 Hangat, Biru : <i>Nino</i> 3.4 Dingin).....	27
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	32
Gambar 3.2 Stasiun Pengamatan NOAA	33
Gambar 3.3 Peta Validasi Terumbu Karang	34
Gambar 3.4 Metode <i>Stop and Go</i>	42
Gambar 3.5 Bagan Alir Pengolahan Data	45
Gambar 4.1 Peta Sebaran Terumbu Karang Tahun 2022	47
Gambar 4.2 Peta Sebaran Terumbu Karang Tahun 2023	48
Gambar 4.3 Grafik Suhu Permukaan Laut Perairan TWAL-17 Pulau	51

Gambar 4.4 Peta Sebaran SPL di Perairan TWAL 17 Pulau (a). Agustus (b). September (c). Oktober (d). November (d). Desember Tahun 2022	54
Gambar 4.5 Peta Sebaran SPL di Perairan TWAL 17 Pulau (a). Januari (b). Februari (c). Marat (d) April (e). Mei (f). Juni (g). Juli (h). Agustus (i). September (j). Oktober Tahun 2023.....	59
Gambar 4.6 Grafik Anomali Suhu Permukaan Laut di Perairan TWAL 17 Pulau.....	62
Gambar 4.7 Peta Sebaran Anomali SPL di Perairan TWAL 17 Pulau (a). Agustus (b). September (c). Oktober (d). November (d). Desember Tahun 2022	64
Gambar 4.8 Peta Sebaran Anomali SPL di Perairan TWAL 17 Pulau (a). Januari (b). Februari (c). Marat (d) April (e). Mei (f). Juni (g). Juli (h). Agustus (i). September (j). Oktober Tahun 2023	69
Gambar 4.9 Grafik <i>Hotspot</i> Perairan TWAL-17 Pulau.....	71
Gambar 4.10 Peta Sebaran <i>Hotspot</i> Perairan TWAL-17 Pulau Tahun 2022.....	72
Gambar 4.11 Peta Sebaran <i>Hotspot</i> Perairan TWAL-17 Pulau Tahun 2023.....	73
Gambar 4.12 Grafik <i>Degree Heating Week</i> (DHW) Perairan TWAL-17 Pulau	74
Gambar 4.13 Peta Sebaran <i>Degree Heating Week</i> (DHW) Perairan TWAL-17 Pulau Tahun 2022.....	75
Gambar 4.14 Peta Sebaran <i>Degree Heating Week</i> (DHW) Perairan TWAL-17 Pulau Tahun 2023.....	75
Gambar 4.15 Peta Sebaran <i>Heat Stress Level</i> (HSL) Perairan TWAL-17 Pulau Tahun 2022	78
Gambar 4.16 Peta Sebaran <i>Heat Stress Level</i> (HSL) Perairan TWAL-17 Pulau Tahun 2023	79
Gambar 4.17 Perubahan Luasan Terumbu Karang Berdasarkan HSL Tahun 2022 dan 2023	80
Gambar 4.18 Presentasi <i>Lifeform</i> Terumbu Karang di Perairan TWAL 17 Pulau	83

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Teknologi Penginderaan Jauh untuk Terumbu Karang.....	14
Tabel 2.2 Tingkat Kemampuan Penyadapan Informasi Objek Dasar Perairan Dangkal	16
Tabel 2.3 Perbandingan Kualitas Produk Lansat, Spot dan Sentinel	20
Tabel 2.4 Spesifikasi <i>Band</i> pada Citra Sentinel-2	21
Tabel 2.5 Kegunaan Setiap <i>Band</i> pada Citra Sentinel-2	22
Tabel 2.6 Spesifikasi NOAA AVHRR.....	23
Tabel 2.7 Nilai <i>Hotspot</i> Terhadap Tingkatan Tekanan Termal.....	29
Tabel 3.1 Data Parameter dari NOAA	31
Tabel 3.2 Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang (%).....	43
Tabel 3.3 Tingkat <i>Thermal Stress</i> Berdasarkan Data DHW dan <i>Hotspot</i>	44
Tabel 4.1 Persentase Luasan Terumbu Karang 2022 dan 2023.....	49
Tabel 4.2 Uji Akurasi Peta Sebaran Terumbu Karang di Perairan TWAL 17 Pulau	50
Tabel 4.3 Status dan Kondisi Terumbu Karang Berdasarkan <i>Heat Stress</i> <i>Level</i> (HSL) di Perairan TWAL 17 Pulau.....	76
Tabel 4.4 Kondisi Terumbu Karang di Setiap Stasiun Penelitian Perairan TWAL 17 Pulau.....	82
Tabel 4.5 Tutupan Karang Hidup (%) Berdasrkan Kepmen LH No. 4 Tahun 2001	83