

**DETEKSI AREA KERUSAKAN PADA CITRA
TERUMBUKARANG AKIBAT CORAL BLEACHING BERBASIS
PENGOLAHAN CITRA DIGITAL**

“Disusun untuk Memenuhi Ujian Akhir Semester Mata Kuliah Pengolahan Citra Digital”

Dosen Pengampu: Leni Fitriani, ST. M.Kom.



Disusun Oleh:

Alma Choerunisa

2206083

Muhammad Iman Maulana Hasan

2206118

**TEKNIK INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI GARUT**

2025

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, kesehatan, serta kesempatan kepada kami, sehingga laporan Ujian Akhir Semester mata kuliah *Pengolahan Citra Digital* yang berjudul "**Deteksi Area Kerusakan pada Citra Terumbu Karang Akibat Coral Bleaching Berbasis Pengolahan Citra Digital**" dapat diselesaikan dengan baik.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya pemantauan kesehatan ekosistem terumbu karang yang saat ini menghadapi ancaman serius akibat coral bleaching. Dengan menerapkan metode pengolahan citra digital berbasis segmentasi warna dan deteksi tepi, kami berupaya mengembangkan sistem yang mampu mengidentifikasi dan mengukur tingkat kerusakan terumbu karang secara otomatis. Harapannya, hasil penelitian ini dapat menjadi kontribusi positif bagi dunia akademis dan konservasi lingkungan laut.

Dalam proses penyusunan laporan ini, kami menghadapi berbagai tantangan, baik teknis maupun konseptual. Namun, berkat bimbingan, dukungan, serta motivasi dari berbagai pihak, laporan ini akhirnya dapat diselesaikan. Untuk itu, kami ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. **Ibu Leni Fitriani, ST. M.Kom.,** selaku dosen pengampu mata kuliah *Pengolahan Citra Digital*, yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, ilmu, dan masukan berharga selama proses penelitian dan penyusunan laporan ini.
2. **Teman-teman mahasiswa Teknik Informatika Institut Teknologi Garut,** yang telah berbagi pengalaman dan semangat selama proses penelitian dan diskusi kelompok.
3. **Pihak-pihak lainnya** yang tidak dapat disebutkan satu per satu, namun turut memberikan kontribusi yang berarti dalam keberhasilan penelitian ini.

Kami menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Berbagai keterbatasan, baik dalam hal alat maupun pengetahuan, membuat hasil yang kami peroleh belum maksimal. Oleh karena itu, kami sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang.

Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi referensi yang berguna dalam pengembangan penelitian serupa di masa depan.

Garut, 31 Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iii
DAFTAR TABEL	iv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penelitian atau Teori Terkait	2
1.3 Tujuan.....	3
BAB II METODE PENELITIAN.....	4
2.1 Alur Proses Deteksi Coral Bleaching	4
2.2.1 Pengumpulan Dataset	5
2.2.2 Pra-Pemrosesan Citra.....	5
2.2.3 Segmentasi Area Bleaching	6
2.2.4 Operasi Morfologi	6
2.2.5 Perhitungan Presentasi Bleaching	6
2.2.6 Visualisasi Hasil.....	6
2.2 Deteksi Canny	6
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	8
BAB IV KESIMPULAN.....	10
4.1. Ringkasan Temuan	10
4.2. Batasan Pekerjaan.....	10
4.3. Rekomendasi untuk Pekerjaan di Masa Depan.....	10
DAFTAR PUSTAKA	11

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Alur Proses Deteksi Coral Bleaching.....	5
---	---

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Visualisasi Model Alur Proses Deteksi Coral Bleaching	5
Tabel 3. 1 Hasil Eksperimen pada Coral untuk Menentukan Coral Bleaching	9

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terumbu karang merupakan ekosistem laut yang sangat penting bagi keberlanjutan kehidupan di laut dan memiliki peran ekologis yang signifikan, seperti tempat tinggal bagi berbagai spesies laut, penyedia sumber makanan, serta pelindung alami pantai dari abrasi dan gelombang laut. Namun, dalam beberapa dekade terakhir, terumbu karang menghadapi ancaman serius akibat perubahan iklim dan aktivitas manusia. Salah satu dampak paling nyata dari perubahan ini adalah coral bleaching atau pemutihan karang.

Pemutihan karang terjadi ketika zooxanthellae, yaitu alga simbiosis yang hidup dalam jaringan karang dan memberikan warna alami serta sumber nutrisi bagi karang, mengalami stres dan dikeluarkan dari jaringan karang. Faktor utama yang menyebabkan stres ini adalah kenaikan suhu air laut, yang dapat dipicu oleh pemanasan global atau anomali cuaca seperti El Niño [1]. Selain suhu, faktor lain seperti polusi laut, sedimentasi, dan peningkatan kadar karbon dioksida (CO₂) juga berkontribusi terhadap terjadinya coral bleaching. Jika kondisi ini berlangsung dalam waktu yang lama, karang yang telah kehilangan alga simbiosisnya akan mati, sehingga mengakibatkan kehancuran ekosistem laut secara keseluruhan.

Di Indonesia, yang memiliki salah satu kawasan terumbu karang terbesar di dunia, ancaman coral bleaching semakin meningkat. Laporan dari NOAA Coral Reef Watch (2022) menyebutkan bahwa beberapa wilayah perairan di Indonesia mengalami bleaching parah dalam beberapa tahun terakhir. Oleh karena itu, pemantauan kesehatan terumbu karang menjadi sangat penting untuk memahami tingkat kerusakan yang terjadi dan menentukan langkah mitigasi yang tepat.

Metode konvensional dalam pemantauan terumbu karang masih mengandalkan pengamatan langsung oleh penyelam atau survei berbasis citra satelit. Namun, metode ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti keterbatasan cakupan area, biaya yang tinggi, serta ketergantungan terhadap kondisi cuaca dan lingkungan. Oleh karena itu, pendekatan berbasis pengolahan citra digital dapat menjadi solusi yang lebih efektif dan efisien.

Pengolahan citra digital telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk dalam pemantauan lingkungan. Dengan teknik ini, analisis citra dapat dilakukan secara otomatis untuk mengidentifikasi area pemutihan pada terumbu karang berdasarkan pola warna dan tekstur [2]. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah segmentasi berbasis warna HSV

(Hue, Saturation, Value), yang memungkinkan deteksi area putih sebagai indikator utama coral bleaching. Selain itu, penerapan operasi morfologi dapat membantu dalam meningkatkan keakuratan deteksi dengan menghilangkan noise dan memperjelas batas area pemutihan.

Dengan memanfaatkan teknik pengolahan citra digital, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi otomatis yang mampu mengidentifikasi area pemutihan karang serta menghitung persentase bleaching dengan lebih akurat. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi para ilmuwan kelautan dan pihak berwenang dalam mengambil tindakan konservasi yang lebih tepat guna dalam melindungi ekosistem terumbu karang.

1.2 Penelitian atau Teori Terkait

Dalam penyusunan laporan ini, penulis merujuk dan terinspirasi dari beberapa penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan deteksi kerusakan pada citra menggunakan metode pengolahan citra digital. Berikut adalah beberapa penelitian yang berhubungan dengan penelitian ini:

Penelitian yang dilakukan oleh Louis Maximillian, dkk (2023)[3], “Perbandingan Algoritma *Sobel* dan *Canny* untuk Deteksi Tepi Citra Daun Lidah Buaya”. Penelitian ini membandingkan dua metode deteksi tepi, yaitu algoritma *Sobel* dan *Canny*, dalam menganalisis kondisi daun lidah buaya yang mengalami penyakit. Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma *Sobel* memiliki akurasi yang lebih tinggi dibandingkan algoritma *Canny* berdasarkan nilai Mean Squared Error (MSE) dan Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR). Relevansi penelitian ini dengan penelitian yang sedang dilakukan adalah dalam penggunaan metode deteksi tepi untuk menganalisis objek pada citra. Dalam konteks deteksi kerusakan terumbu karang akibat coral bleaching, pemanfaatan metode deteksi tepi sangat penting untuk memisahkan area yang rusak dari area sehat guna analisis lebih lanjut.

Penelitian oleh Damar Wicaksono, dkk (2024)[4], “Analisis Perbandingan Metode Pra Pemrosesan Citra untuk Deteksi Tepi *Canny* pada Citra Berbagai Kondisi Jalan”. Penelitian ini mengimplementasikan metode *Canny Edge Detection* untuk mendeteksi marka jalan di berbagai kondisi cuaca dan pencahayaan. Selain itu, penelitian ini juga membandingkan berbagai metode pra-pemrosesan citra, seperti median blur dan bilateral blur, untuk menentukan metode yang paling optimal dalam meningkatkan akurasi deteksi tepi. Keterkaitan penelitian ini dengan penelitian yang sedang dilakukan adalah dalam aspek pra-pemrosesan citra sebelum dilakukan deteksi area kerusakan. Dalam analisis citra terumbu karang,

pemrosesan awal seperti filtering dan konversi grayscale dapat meningkatkan keakuratan deteksi kerusakan akibat coral bleaching.

Penelitian oleh Julia Ulfah, dkk (2023)[5], “Implementasi Metode Deteksi Tepi Canny untuk Menghitung Jumlah Uang Koin dalam Gambar Menggunakan OpenCV”. Penelitian ini mengimplementasikan metode Canny Edge Detection untuk mendeteksi dan menghitung jumlah uang koin dalam sebuah gambar menggunakan teknik pengolahan citra digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Canny efektif dalam mendeteksi batas objek dan memberikan tingkat akurasi yang tinggi. Hubungannya dengan penelitian yang sedang dilakukan adalah dalam penggunaan metode deteksi tepi untuk mengidentifikasi objek dalam citra secara otomatis. Dalam analisis citra terumbu karang, metode deteksi tepi dapat digunakan untuk mengisolasi area yang mengalami pemutihan, sehingga mempermudah pengukuran luas area kerusakan.

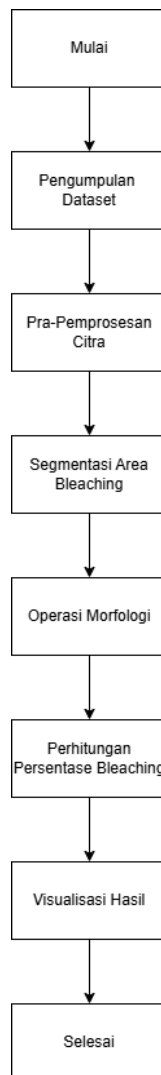
Dari ketiga penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa metode pengolahan citra digital, khususnya deteksi tepi, memiliki peran penting dalam berbagai aplikasi analisis citra. Dalam penelitian ini, metode deteksi tepi diadaptasi untuk mendeteksi area kerusakan pada citra terumbu karang akibat coral bleaching, dengan harapan dapat memberikan hasil analisis yang lebih akurat dan objektif dibandingkan metode konvensional yang mengandalkan pengamatan manual.

1.3 Tujuan

1. Mengembangkan system deteksi otomatis untuk mengidentifikasi area bleaching pada citra terumbu karang.
2. Menggunakan pengolahan citra digital untuk menghitung presentase area yang mengalami pemutihan.
3. Memvisualisasikan hasil deteksi bleaching agar dapat digunakan untuk pemantauan ekosistem laut.

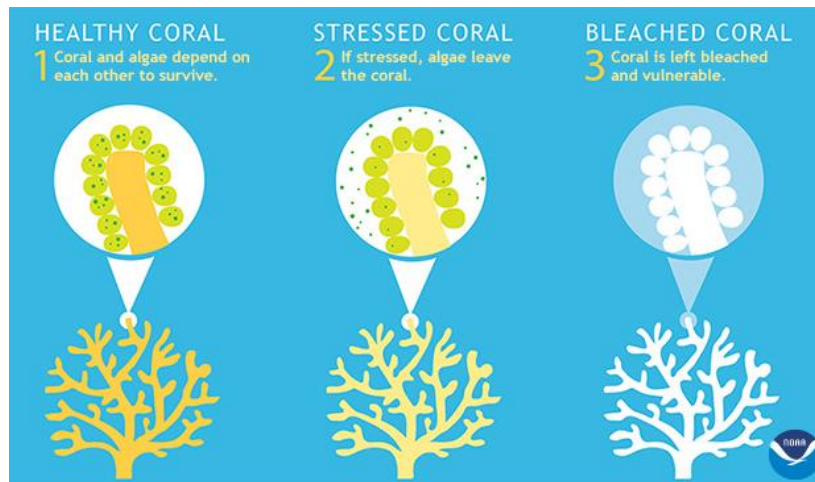
BAB II

METODE PENELITIAN



2.1 Alur Proses Deteksi Coral Bleaching

Pada penelitian ini, metode pengolahan citra digital ditetapkan untuk mendeteksi area pemutihan pada terumbu karang (*Coral Bleaching*).



Gambar 2. 1. Alur Proses Deteksi Coral Bleaching

Visualisasi Model:

No	Tahap	Deskripsi
1.	Input Gambar	Gambar terumbu karang dimasukkan ke dalam sistem
2.	Konversi ke RGB	Mengubah format gambar ke RGB untuk analisis warna
3.	Konversi ke HSV	Mengubah format gambar ke HSV untuk segmentasi warna
4.	Deteksi Warna Putih	Menerapkan thresholding pada kanal HSV untuk mengekstrak area putih
5.	Operasi Morfologi	Menghilangkan noise dengan operasi morfologi (closing & opening)
6.	Perhitungan Presentase	Menghitung jumlah piksel bleaching dibandingkan total piksel
7.	Visualisasi Hasil	Menampilkan gambar hasil deteksi bleaching

Tabel 2. 1 Visualisasi Model Alur Proses Deteksi Coral Bleaching

2.2.1 Pengumpulan Dataset

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah pengumpulan dataset, 12 citra terumbu karang yang terdampak *Coral Bleaching*. Citra-citra tersebut diperoleh secara daring melalui *Kaggle.com*

2.2.2 Pra-Pemrosesan Citra

Pra-pemrosesan citra bertujuan untuk meningkatkan kualitas gambar sebelum dilakukan analisis lebih lanjut. Proses ini mencakup:

1. Konversi ke grayscale untuk mengurangi kompleksitas warna dan meningkatkan kontras.

2. Penyesuaian histogram guna meningkatkan distribusi kecerahan citra.
3. Penerapan filter Gaussian untuk mengurangi noise yang dapat mengganggu proses segmentasi.

2.2.3 Segmentasi Area Bleaching

Segmentasi dilakukan menggunakan model HSV (Hue, Saturation, Value), yang bertujuan untuk membedakan area pemutihan dari bagian terumbu karang lainnya. Pada tahap ini, nilai ambang (thresholding) diterapkan berdasarkan rentang warna putih yang mengindikasikan bleaching

2.2.4 Operasi Morfologi

Setelah segmentasi, dilakukan operasi morfologi untuk menyempurnakan hasil deteksi, termasuk:

1. Erosi, untuk menghilangkan noise kecil yang tidak relevan.
2. Dilatasi, untuk menghubungkan area bleaching yang berdekatan agar lebih jelas.

2.2.5 Perhitungan Presentasi Bleaching

Presentase area bleaching dihitung dengan membandingkan jumlah piksel yang terdeteksi sebagai bleaching dengan total piksel dalam citra menggunakan rumus:

2.2.6 Visualisasi Hasil

Hasil akhir divisualisasikan dalam bentuk overlay warna, di mana area yang mengalami bleaching ditampilkan dalam warna yang lebih mencolok

2.2 Deteksi Canny

Selain metode segmentasi HSV, penelitian ini juga menerapkan deteksi tepi menggunakan operator Canny. Deteksi Canny dipilih karena kemampuannya dalam menentukan batas objek dengan lebih akurat, sehingga dapat membantu dalam pemisahan area bleaching dan non-bleaching (Tsani

Tahapan utama dalam deteksi Canny meliputi:

1. Penghalusan citra dengan filter Gaussian untuk mengurangi noise.
2. Perhitungan gradien citra untuk mendeteksi perubahan intensitas piksel.
3. Non-maximum suppression, yang bertujuan menghilangkan tepi yang tidak signifikan.

4. Hysteresis thresholding, menggunakan dua ambang batas untuk memastikan hanya tepi utama yang dipertahankan.

Penerapan deteksi Canny dapat meningkatkan akurasi segmentasi dengan memperjelas batas antara area bleaching dan bagian karang yang sehat.

BAB III

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan hasil yang diperoleh dari eksperimen yang dilakukan pada dataset citra terumbu karang:

1. **Citra Input (RGB):** Citra input adalah gambar asli terumbu karang yang belum mengalami pemrosesan. Ini mencerminkan kondisi terumbu karang dalam berbagai warna dan tekstur yang belum dianalisis.

Implikasi: Kondisi visual ini menjadi baseline untuk memantau area yang terdampak pemutihan (coral bleaching). Citra ini penting dalam memberikan gambaran awal bagi para konservasionis untuk menilai kesehatan terumbu secara manual sebelum teknologi diterapkan.

2. **Mask Area Bleaching:** Sistem mendeteksi area putih pada citra terumbu karang yang diindikasikan sebagai bleaching. Warna putih muncul ketika zooxanthellae yang memberikan warna alami pada karang hilang akibat stres lingkungan.

Implikasi: Semakin luas area putih yang terdeteksi, semakin besar tingkat kerusakan yang dialami terumbu karang. Ini dapat menjadi indikator peringatan dini bagi pihak konservasi untuk segera mengambil langkah mitigasi.


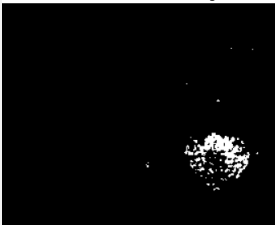


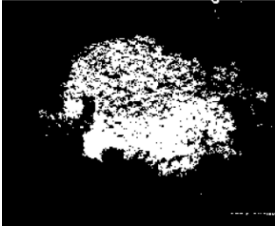








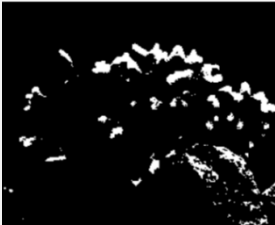

3. **Citra Hasil Morfologi:** Setelah segmentasi warna putih, dilakukan operasi morfologi seperti dilatasi dan erosi untuk menghilangkan noise dan memperjelas batas area bleaching.

Implikasi: Hasil morfologi yang bersih menunjukkan keberhasilan sistem dalam memisahkan area yang rusak dan sehat secara visual. Ini membantu dalam pengukuran yang lebih akurat, yang penting untuk pelaporan kondisi ekosistem laut.

4. **Persentase Area Coral Bleaching:** Persentase bleaching dihitung berdasarkan jumlah piksel putih dibandingkan dengan total piksel dalam citra.

Implikasi:

- **Persentase bleaching yang tinggi (di atas 20%)** menunjukkan kondisi ekosistem yang kritis dan memerlukan intervensi segera.
- **Persentase rendah (<5%)** masih dapat dianggap dalam batas toleransi jika pemantauan dan langkah mitigasi segera dilakukan.
- Data ini dapat menjadi acuan ilmiah untuk mengidentifikasi wilayah yang perlu dilindungi atau direhabilitasi.

NAMA GAMBAR	CITRA INPUT (RGB)	MASK AREA BLEACHING	CITRA HASIL MORFOLOGI	PERSENTA SE BLEACHING
KORAL1.JPG				02.09%
KORAL2.JPG				21.55%
KORAL3.JPG				05.37%
KORAL4.JPG				01.08%
KORAL5.JPG				05.22%

Tabel 3. 1 Hasil Eksperimen pada Coral untuk Menentukan Coral Bleaching

BAB IV

KESIMPULAN

4.1. Ringkasan Temuan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem deteksi otomatis untuk mengidentifikasi area bleaching pada citra terumbu karang. Dengan metode segmentasi berbasis HSV dan operasi morfologi, sistem mampu memvisualisasikan hasil deteksi bleaching dengan akurat. Implementasi deteksi tepi Canny meningkatkan pemisahan antara area bleaching dan bagian terumbu yang sehat, yang menghasilkan tingkat persentase bleaching yang bervariasi dari 1% hingga 21%.

4.2. Batasan Pekerjaan

Sebagai mahasiswa dengan keterbatasan fasilitas penelitian, penulis menghadapi beberapa kendala yang mempengaruhi hasil penelitian, yaitu:

1. Keterbatasan alat dan perangkat keras: Tidak ada peralatan komputasi canggih yang digunakan, sehingga analisis memerlukan waktu yang lebih lama.
2. Keterbatasan dataset: Dataset yang digunakan kemungkinan kecil sehingga kurang mampu mewakili berbagai kondisi citra terumbu karang secara umum.
3. Teknik segmentasi sederhana: Mengandalkan model HSV yang terbatas dalam deteksi warna kompleks.
4. Kendala validasi hasil: Tidak ada perbandingan langsung dengan hasil dari metode konvensional.

4.3. Rekomendasi untuk Pekerjaan di Masa Depan

1. Penggunaan Dataset yang Lebih Beragam: Menggunakan dataset citra terumbu karang yang lebih besar dan lebih bervariasi akan meningkatkan generalisasi sistem.
2. Implementasi Teknik yang Lebih Lanjut: Memanfaatkan algoritma berbasis AI atau deep learning untuk mendeteksi bleaching dengan akurasi yang lebih tinggi.
3. Evaluasi Komprehensif: Membandingkan hasil deteksi dengan data lapangan atau hasil metode manual untuk memvalidasi akurasi sistem.
4. Optimalisasi Algoritma: Memanfaatkan perangkat keras yang lebih mumpuni untuk meningkatkan efisiensi pemrosesan citra.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Dubinsky and N. Stambler, “Coral reefs: An ecosystem in transition,” *Coral Reefs An Ecosyst. Transit.*, no. November 2011, pp. 1–552, 2011, doi: 10.1007/978-94-007-0114-4.
- [2] J. Xu, J. Zhao, F. Wang, Y. Chen, and Z. Lee, “Detection of Coral Reef Bleaching Based on Sentinel-2 Multi-Temporal Imagery: Simulation and Case Study,” *Front. Mar. Sci.*, vol. 8, no. March, pp. 1–15, 2021, doi: 10.3389/fmars.2021.584263.
- [3] L. Maximillian, Y. F. Riti, M. A. Agung, and Y. J. Palis, “Perbandingan Algoritma Sobel dan Canny untuk Deteksi Tepi Citra Daun Lidah Buaya,” *Komputa J. Ilm. Komput. dan Inform.*, vol. 12, no. 2, pp. 69–79, 2023, doi: 10.34010/komputa.v12i2.10997.
- [4] D. Wicaksono, D. P. Almeyda, I. M. M. Putra, and L. Malihatuningrum, “Analisis Perbandingan Metode Pra Pemrosesan Citra untuk Deteksi Tepi Canny pada Citra Berbagai Kondisi Jalan menggunakan Bahasa Pemrograman Python,” *J. Teknol. Dan Ilmu Komput. Prima*, vol. 7, no. 1, pp. 17–31, 2024, doi: 10.34012/jutikomp.v7i1.3872.
- [5] J. Ulfah and N. Nurdin, “Implementasi Metode Deteksi Tepi Canny Untuk Menghitung Jumlah Uang Koin Dalam Gambar Menggunakan Opencv,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3, pp. 420–426, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3.3147.
- <https://coralreefwatch.noaa.gov/>