

**PEMETAAN PERUBAHAN LUASAN TERUMBU KARANG  
MENGUNAKAN DATA CITRA SATELIT SENTINEL 2 DI PERAIRAN  
PULAU KELAPA DUA, TAMAN NASIONAL LAUT KEPULAUAN  
SERIBU, DKI JAKARTA**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Bidang  
Ilmu Kelautan pada Fakultas MIPA*



**Oleh :**

**ANGEL CHRISTIN**

**08051281924055**

**JURUSAN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
INDERALAYA**

**2023**

**PEMETAAN PERUBAHAN LUASAN TERUMBU KARANG  
MENGUNAKAN DATA CITRA SATELIT SENTINEL 2 DI PERAIRAN  
PULAU KELAPA DUA, TAMAN NASIONAL LAUT KEPULAUAN  
SERIBU, DKI JAKARTA**

**SKRIPSI**

**Oleh :  
ANGEL CHRISTIN  
08051281924055**

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Bidang  
Ilmu Kelautan pada Fakultas MIPA  
Universitas Sriwijaya*

**JURUSAN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
INDERALAYA  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PEMETAAN PERUBAHAN LUASAN TERUMBU KARANG  
MENGUNAKAN DATA CITRA SATELIT SENTINEL 2 DI PERAIRAN  
PULAU KELAPA DUA, TAMAN NASIONAL LAUT KEPULAUAN  
SERIBU, DKI JAKARTA**

**SKRIPSI**

*Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Bidang Ilmu  
Kelautan*

Oleh :  
**ANGEL CHRISTIN**  
**08051281924055**

**Pembimbing II**



**Isai Yusidarta, S.T., M.Sc**  
**NIP. 197509292002121004**

**Inderalaya, 7 Agustus 2023**  
**Pembimbing I**



**Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si.**  
**NIP. 197906212003121002**

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Ilmu Kelautan**



**Tanggal Pengesahan:**

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Angel Christin

NIM : 08051281924055

Judul Skripsi : Pemetaan Perubahan Luasan Terumbu Karang Pada Tahun 2015 – 2022 Dengan Menggunakan Metode Penginderaan Jauh Di Perairan Pulau Kelapa Dua Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu

**Telah Berhasil Dipertahankan Di Hadapan Dewan Penguji Dan Diterima Sebagai Bagian Persyaratan Yang Diperlukan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pada Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Univer**

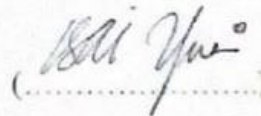
### DEWAN PENGUJI

Ketua : Dr. Hartoni, S.Pi., M.Sc  
NIP. 197906212003121002



(.....)

Anggota : Isai Yusidarta, S.T., M.Sc  
NIP. 197509292002121004



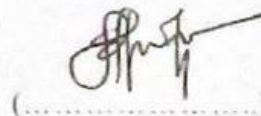
(.....)

Anggota : Prof. Dr. Fauziah, S.pi  
NIP. 197512312001122003



(.....)

Anggota : Ellis Nurjuliasti Ningsih, M.Si  
NIP. 198607102022032001



(.....)

Ditetapkan di : Indralaya

Tanggal : 7 Agustus 2023

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini, Saya **Angel Christin** dengan NIM. **08051281924055** menyatakan bahwa Karya Ilmiah/Skripsi ini adalah hasil karya sendiri dan Karya Ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun Perguruan Tinggi lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam Karya Ilmiah/Skripsi ini yang berasal dari penulis lain, baik yang dipublikasikan ataupun tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar dan semua Karya Ilmiah/Skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab Saya sebagai penulis.

Indralaya, 7 Agustus 2023



Angel Christin

08051281924055

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Angel Christin  
NIM : 08051281924055  
Jurusan : Ilmu Kelautan  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah Saya yang berjudul :

**Pemetaan Perubahan Luasan Terumbu Karang Pada Tahun 2015 – 2022 Dengan Menggunakan Metode Penginderaan Jauh Di Perairan Pulau Kelapa Dua Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi Saya selama tetap mencantumkan nama Saya sebagai penulis pertama/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta

Demikian pernyataan ini Saya buat dengan sebenarnya

Inderalaya, 7 Agustus 2023

  
10000  
METERAI  
TEMPEL  
927BFAKX552872611  
Angel Christin

## ABSTRAK

**Angel Christin. 08051281924055. Pemetaan Perubahan Luasan Terumbu Karang Menggunakan Data Citra Satelit Sentinel 2 Di Perairan Pulau Kelapa Dua, Taman Nasional Laut Kepulauan Seribu, DKI Jakarta (Pembimbing : Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si dan Isai Yusidarta, S.T., M.Si).**

Terumbu karang merupakan ekosistem penting di Perairan Pulau Kelapa Dua yang seiring waktu mengalami perubahan karena beberapa faktor yang mempengaruhi. Upaya monitoring memanfaatkan penginderaan jauh dengan menggunakan Citra Satelit Sentinel guna melihat perubahan terumbu karang pada tahun 2015, 2019, dan 2023. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan citra satelit dalam memetakan terumbu karang menggunakan algoritma Lyzenga dan *unsupervised classification* dan menganalisis perubahan luasan terumbu karang yang terjadi di Pulau Kelapa Dua pada kurun waktu 9 tahun. Hasil identifikasi menggunakan Lyzenga dan *unsupervised classification* pada Pulau Kelapa Dua dikategorikan pada 4 kelas yaitu terumbu karang, pasir, alga, dan lamun. Nilai akurasi terbaik diperoleh dari *input Composite Band 2/3, 2/4, 3/4* dengan nilai 92,19%. Perubahan terumbu karang pada tahun 2015-2023 berkurang sebesar 20.294 m<sup>2</sup>, pasir berkurang 44.230 m<sup>2</sup>, alga bertambah 169.516 m<sup>2</sup>, dan lamun berkurang 104.921 m<sup>2</sup>.

**Kata Kunci : Citra Sentinel, Lyzenga, Pulau Kelapa Dua, Terumbu Karang.**

**Pembimbing II**



**Isai Yusidarta, S.T., M.Sc**  
**NIP. 197509292002121004**

**Inderalaya, Juli 2023**  
**Pembimbing I**



**Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si.**  
**NIP. 197906212003121002**

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Ilmu Kelautan**



**Dr. Rozrwan, S.Pi., M.Sc**  
**NIP. 197905212008011009**

## ABSTRACT

**Angel Christin. 08051281924055. Mapping of Changes in Coral Reef Area Using Sentinel 2 Satellite Imagery Data in Kelapa Dua Island Waters, Seribu Islands Marine National Park, DKI Jakarta (Supervisors: Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si and Isai Yusidarta, S.T., M.Si).**

*Coral reefs are important ecosystems in Kelapa Dua Island waters which over time experience changes due to several influencing factors. Monitoring efforts utilize remote sensing using Sentinel Satellite Imagery to see changes in coral reefs in 2015, 2019 and 2023. This research aims to analyze the ability of satellite imagery to map coral reefs using the Lyzenga algorithm and unsupervised classification and analyze changes in the area of coral reefs that have occurred on Kelapa Dua Island over a period of 9 years. The results of identification using Lyzenga and unsupervised classification on Kelapa Dua Island were categorized into 4 classes, namely coral reefs, sand, algae, and seagrasses. The best accuracy value is obtained from the Composite Band input 2/3, 2/4, 3/4 with a value of 92.19%. Changes in coral reefs in 2015-2023 decreased by 20,294 m<sup>2</sup>, sand decreased by 44,230 m<sup>2</sup>, algae increased by 169,516 m<sup>2</sup>, and seagrass decreased by 104,921 m<sup>2</sup>.*

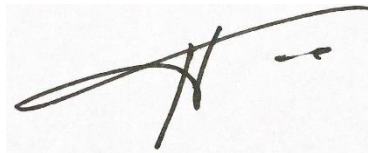
**Keywords:** Coral Reef, Kelapa Dua Island, Lyzenga, Sentinel Imagery.

*Supervisor II*



**Isai Yusidarta, S.T., M.Sc**  
**NIP. 197509292002121004**

**Inderalaya, July 2023**  
*Supervisor I*



**Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si.**  
**NIP. 197906212003121002**

**Sincerely,**  
**Head of Marine Science Department**





## RINGKASAN

Angel Christin. 08051281924055. Pemetaan Perubahan Luasan Terumbu Karang Pada Tahun 2015 – 2022 Dengan Menggunakan Metode Penginderaan Jauh Di Perairan Pulau Kelapa Dua Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu (Pembimbing : Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si dan Isai Yusidarta, S.T., M.Sc)

Wilayah Kepulauan Seribu memiliki luas daratan 843,65 ha dengan luas perairan kurang lebih 7.000 km<sup>2</sup>. Merujuk pada Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 6310 tahun 2002 tentang Penetapan Kawasan Pelestarian Alam Perairan Taman Nasional Laut Kepulauan Seribu memiliki luasan 107.489 hektar yang berada di Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu. Pulau Kelapa Dua memiliki luasan yaitu 1,9 hektar yang dikategorikan sebagai pulau kecil. Salah satu daya tarik Pulau Kelapa Dua yaitu terumbu karang.

Terumbu karang merupakan ekosistem khas perairan pesisir wilayah tropis sekaligus menjadi biodiversitas bagi kehidupan laut. Luasan terumbu karang di sekitar Gugusan Kepulauan Seribu sebesar 4.750 ha namun 50% diantaranya mengalami kerusakan. Kerusakan terumbu karang akan berdampak pada luasan terumbu karang di suatu wilayah sehingga untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan monitoring. Pada penelitian ini digunakan penginderaan jauh dengan citra Satelit Sentinel. Citra sentinel memiliki kelebihan yaitu memiliki resolusi 10 meter (B2, B3, B4, B8), dapat diakses secara gratis, dan memiliki resolusi spasial 5 hari untuk dua satelit.

Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu untuk menganalisis kemampuan citra Satelit Sentinel 2 dalam memetakan terumbu karang dan menganalisis perubahan luasan terumbu karang yang terjadi pada tahun 2015, 2019 dan 2023 di Pulau Kelapa Dua, Taman Nasional Kepulauan Seribu. Pemetaan terumbu karang dilakukan menggunakan algoritma Lyzenga dan diklasifikasikan menggunakan *Unsupervised Classification* menggunakan metode *Maximum Likelihood Classification*.

Pengambilan data lapangan dilakukan menggunakan metode *underwater phototransect* dengan *underwater camera* dan transek menggunakan frame ukuran 58 x 44 cm<sup>2</sup>. Titik pengambilan sampel ditentukan menggunakan *random sampling* yang ditentukan dari hasil pengolahan data citra. Hasil foto tersebut diolah menggunakan CPCE dengan menggunakan 30 titik acak. Dilakukan uji akurasi pada data citra dengan hasil pengambilan data lapangan dengan menggunakan matriks kesalahan atau *confusion matrix*.

Koreksi kolom air dengan menggunakan algoritma Lyzenga menghasilkan nilai  $K_i/k_j$  atau nilai atenuasi pada tahun 2015, 2019, dan 2023. Pada pengolahan citra tersebut mendapatkan citra yang homogen dan tidak homogen. Didapatkan juga nilai regresi terbaik pada tahun 2015 yaitu dari *input* pasangan band 2/3 dengan

nilai 0,8738, pada tahun 2019 yaitu *input* pasangan band 2/3 dengan nilai 0,9507, dan pada tahun 2023 yaitu *input* pasangan band 2/3 dengan nilai 0,9025.

Klasifikasi citra di Pulau Kelapa Dua dikategorikan dalam 4 kelas yaitu terumbu karang, pasir, alga dan lamun. Kelas yang dihasilkan oleh pengolahan klasifikasi dengan menggunakan *unsupervised classification* dapat menunjukkan warna yang cukup akurat pada setiap kelasnya. Hal ini menunjukkan bahwa Citra Satelit Sentinel dengan resolusi 10x10 m<sup>2</sup>/piksel mampu memetakan habitat bentik di Pulau Kelapa Dua.

Uji akurasi dilakukan menggunakan *confusion matrix* terhadap *input* citra Lyzenga Band 2/3, Band 2/4, Band 3/4, dan *Composite Band*. Hasil uji akurasi terbaik didapatkan dari *input* citra *Composite band* 2/3, 2/4, 3/4 dengan hasil 92,19% dimana hasil tersebut dapat dikategorikan *almost perfect*. Hal tersebut dikarenakan proses *composite band* menghasilkan citra RGB dimana dengan menggabung 3 band maka akan mempertajam tampilan pada citra tersebut.

Terumbu karang di Pulau Kelapa Dua pada tahun 2015-2023 mengalami penurunan sebanyak 23.294 m<sup>2</sup>, lamun mengalami penurunan 41.230 m<sup>2</sup>, alga mengalami penambahan sebanyak 169.516 m<sup>2</sup>, dan lamun mengalami penurunan sebanyak 104.921 m<sup>2</sup>. Faktor yang mempengaruhi perubahan luasan terumbu karang salah satunya yaitu pada tahun 2015 terdapat aktivitas pembangunan dermaga yang berasal dari bahan baku serta sedimen yang mengakibatkan terumbu karang menjadi tertutup dan rusak. Menurut Giyanto (2017) sedimen yang mengendap akan menutupi polip karang dan jika berlangsung lama maka dapat menyebabkan kematian karang. Selain itu tidak adanya pemantauan kembali oleh lembaga yang bertanggung jawab dalam upaya transplantasi yang telah dilakukan.

Perubahan pasir di Pulau Kelapa Dua dipengaruhi karena adanya aktivitas penambangan pasir dan pengambilan karang yang dilakukan oleh masyarakat lokal dan luar pulau. Peristiwa tersebut didukung dengan adanya penumpukan terumbu karang yang berada dibawah rumah masyarakat Pulau Kelapa Dua. Perubahan alga diduga karena adanya proses eutrofikasi yang berasal dari limbah industri maupun limbah domestik yang dapat menambah nutrien di perairan yang dapat memicu pertumbuhan alga dengan cepat.

Perubahan lamun yang cukup drastis disebabkan karena alga lebih banyak mengkonsumsi nutrient dibandingkan dengan lamun sehingga populasi alga lebih dominan dibandingkan lamun. Hubungan keberadaan markoalga pada ekosistem lamun dapat menjadi kompetitor bagi kondisi tutupan lamun sehingga terjadi persaingan dalam penempatan ruang dan pemanfaatan nutrient. Dampak yang dapat ditimbulkan dari adanya perubahan luasan terumbu karang di Pulau Kelapa Dua salah satunya adalah kerugian ekosistem dimana dengan berkurangnya ekosistem terumbu karang maka akan mengganggu rantai makanan sehingga terjadi pergeseran populasi organisme.

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Dalam nama Tuhan Yesus

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus, Bapa, dan Roh Kudus atas tuntunannya dan berkatnya sehingga Angeldapat menyelesaikan penelitian Angeldengan judul “Pemetaan Perubahan Luasan Terumbu Karang Pada Tahun 2015 – 2022 Dengan Menggunakan Metode Penginderaan Jauh Di Perairan Pulau Kelapa Dua Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu” Terimakasih sudah memampukan dan membukakan jalan yang sangat lebar untuk bisa menembus kemustahilan dan menyelesaikan tugas Angeldengan sangat kuat.

Adapun dalam proses penyelesaian skripsi ini, banyak sekali pihak yang telah berkontribusi sehingga penulis sangat berterima kasih banyak kepada semua pihak yang telah membantu baik itu waktu, jasa, saran, dan support demi kelancaran pengerjaan skripsi ini. Terutama kepada :

- Kedua **Keluarga Besar** saya, Mama, Bwapack, Bwella, Bang Edo, Ka Rachel. Terimakasih sudah membantu dan mendukung Angelsampai saat ini sudah bisa menyelesaikan S1 Angeldengan tuntas. Terimakasih atas bantuan emosional, biaya, doa dan banyak yang sudah diberikan kepada Angeldari yang awalnya banyak problem tapi Angelbisa sampe selesai dan melengkapi semuanya dengan baik. Terimakasih sudah sering menelpon untuk memastikan keadaan Angelselama di Palembang
- Bapak **Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si** selaku dosen pembimbing 1 saya pada penelitian dan selaku kapala lab Penginderaan Jauh dan SIG Kelautan. Terimakasih sudah mau membimbing Angeldari awal sampai akhir skripsi ini. Terimakasih sudah memberikan dukungan dan ilmu yang bermanfaat untuk angel. Sehat-sehat pakk
- Bapak **Isai Yusidarta, S.T., M.Sc** selaku pembimbing 2 saya pada penelitian angel. Bapakkk terimakasih sudah mau membantu Angelsangat banyak di penelitian angelll. Terimakasih sudah mau turun langsung ke lapangan untuk membantu Angelpakk huhu sangat banyak ilmu yang Angeldapat dari bapak dan terimakasih atas kebaikan bapak untuk angel. Sehat-sehat bapakkk aku akan ke karimun setelah ini hihhi
- Ibu **Prof. Dr. Fauziyah, S.Pi** dan **Ibu Ellis Nurjuliasti Ningsih, M. Sc.** selaku dosen penguji Angeluntuk penelitian ini, sangat banyak ilmu yang Angeldapat dari masukan prof dan ibu selama Angelseminar dan sidang. Terimakasih atas dukungannya sehingga skripsi Angelbisa selesai dengan baik dan tepat waktu.

- **Babee** terimakasih sudah membantu Angel diakhir ini, sudah mau di reportkan dan diganggu huhu sehat-sehat ya bee
- **SAMBATAK jaya jaya jaya (Aivata, Natalia, Christoper, Nindy, Christofer, Debora, Devi, Dio, Gita)** Terimakasih kawan-kawanku yang sudah menjadikanku bapak tulen hahaha dari zaman gue di kata-katain garagara sombong trus akhirnya gue yang paling jaya sekarang wkwkwk. Terimakasih sudah menemani dari zaman zoom dari pagi – pagi, survive setelah itu di kampus, kumpul-kumpul dan bakar-bakaran bareng, nyanyi bareng, berenang bareng dan banyakkk yang udah kita lalui. Berharap banget kita bisa tetap berteman dan akan bertemu di kemudian hari dengan tumpuan kaki kita yang berbeda-beda
- **Pelabuhan Perikanan Ceria (Nae, Fatika, Juhro, Cicabul, Saffana, Ersa, Hanabul, Elak)** terimakasih gaisuu sudah menjadi kawan seperjuangan aku apalagi di akhir perjuangan kita huaa. Terimakasih sudah menjadi teman berkeluh kesah, teman gossip, teman tertawa dan bercanda, banyak terimakasih deh buat kalia mwahmwahh. Aku terkacip sudah maaf la ya singkat be
- **Theseus 2019** terimakasih buat seluruh Angkatan 19 yang sudah turut andil dan membantu Angeldalam perkuliahan ini hihihi
- **Laboratorium Penginderaan Jauh dan SIG Kelautan (Nanad, Haikal, Farhan, Dipa)** makasihh buat ilmu yang udah kita sharingin selama ini dan terimakasih juga sudah membuat aku di cap sebagai kating galak 😊
- **Pihak BTNKpS dan 10 anak AUP** yang telah membantu aku saat penelitian huhu terimakasih kepada Iqbal, bang Irfan yang sudah membantu Angellangsung untuk mengambil data terumbu karang langsung makasih udah panas-panasan bersama huhu. Kepada aksel, badi, luqy, syifa dan yang lainnya, terimakasih sudah mau disalahkan dan memberikan kesenangan dan kebersamaan. Semoga nanti kita bisa bertemu kembali yaaa.
- **Pemilik nama ML tantebinal.** Terimakasih sudah datang dan menemani setahun belakangan ini. Terimakasih atas dukungan dari segi apapun yang sudah diberikan hihi. Maybe we don't attend in our daily but fact u're always there whenever I need u hihi. Thankyou for being a book that I write about every day and congrats 🎉 u've succeeded for making me feel comfort 🥰. in fact i'm so bless to have human dairy like you 🥰
- Diatas semua itu aku bersyukur kepada Tuhan telah diberikan kekuatan sampai detik ini bisa menyelesaikan semuanya dengan baik. Aku berharap bisa menjadi pribadi yang lebih baik dan akan menjadi lebih baik dengan berjalan bersama Roh Kudus. End.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan penulis kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tanpa pertolongan-Nya tentunya penulis tidak akan sanggup untuk menyelesaikan skripsi “**Pemetaan Perubahan Luasan Terumbu Karang Pada Tahun 2015 – 2022 Dengan Menggunakan Metode Penginderaan Jauh Di Perairan Pulau Kelapa Dua Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu**” dengan tepat pada waktunya. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Bapak **Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si** dan Bapak **Isai Yusidarta, S.T., M.Sc** selaku dosen pembimbing I dan dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan, arahan dan waktunya sehingga dalam pembuatan laporan skripsi dapat berjalan lancar.

Penulis mengucapkan syukur kepada Tuhan Yesus atas limpahan nikmat sehat-Nya sehingga penulis mampu untuk menyelesaikan skripsi. Penulis tentu menyadari skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak terdapat kesalahan serta kekurangan di dalamnya. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik serta saran yang membangun. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak khususnya kepada dosen pembimbing dan rekan-rekan yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini. Terima kasih.

Penulis,



Angel Christin

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>	<b>v</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>ix</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1. 1 Latar Belakang.....	1
1. 2 Perumusan Masalah.....	2
1. 3 Tujuan.....	3
1. 4 Manfaat.....	3
1. 5 Kerangka Pemikiran .....	4
<b>II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Penginderaan Jauh.....	5
2.2 Satelit Sentinel 2.....	6
2.3 Metode Lyzenga .....	7
2.4 Perubahan Luasan Terumbu Karang .....	8
2.5 Penelitian Perubahan Luasan Terumbu Karang di Kepulauan Seribu ....	10
<b>III METODOLOGI .....</b>	<b>12</b>
3. 1 Waktu dan Tempat .....	12
3. 2 Alat dan Bahan .....	12
3. 3 Metode Penelitian.....	13
3. 3. 1 Pra-Pengolahan Citra Satelit.....	13
3. 3. 2 Data <i>Input</i> Klasifikasi Citra.....	14
3. 3. 3 Klasifikasi Citra.....	14
3. 4 Pengambilan Data Lapangan / <i>Ground Check</i> .....	15
3. 5 Pengolahan Data Terumbu Karang .....	17
3. 6 Uji Akurasi .....	17
3. 7 Analisa Perubahan Terumbu Karang.....	18
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>20</b>
4. 1 Kondisi Perairan Pulau Kelapa Dua .....	20
4. 2 Hasil Pengolahan Data Citra .....	21
4.2.1 Koreksi Atmosferik .....	21
4.2.2 Koreksi Kolom Air .....	23
4. 3 Klasifikasi Citra.....	30
4. 4 Uji Akurasi .....	32

4. 5	Luasan Terumbu Karang .....	36
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>43</b>
5. 1	Kesimpulan.....	43
5. 2	Saran.....	43
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>44</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>52</b>
	<b>BIODATA PENULIS.....</b>	<b>57</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemikiran.....	4
2. Hasil Perbedaan Resolusi Spasial .....	6
3. Ilustrasi Satelit Sentinel 2.....	6
4. Peta Lokasi Penelitian.....	12
5. Peta <i>Ground Check</i> .....	16
6. Ilustrasi Pengambilan Data Lapangan.....	16
7. Diagram Alir Pengolahan Data .....	19
8. Pulau Kelapa Dua.....	20
9. Ekosistem Mangrove dan Konservasi Penyu di Pulau Kelapa Dua.....	21
10. Citra sebelum di koreksi atmosferik (1a) Band 2, (1b) Band 3, dan (1c) Band 4, dan (1d) <i>Composite</i> Band. Citra setelah koreksi atmosferik (2a) Band 2, (2b) Band 3, (2c) Band 4, dan (2d) <i>Composite</i> Band Citra.....	22
11. Grafik Scatter Regresi antar Band Tahun 2015 (a) Band 2/3, (b) Band 2/4, (c) Band 3/4.....	25
12. Grafik Scatter Regresi antar Band Tahun 2019 (a) Band 2/3, (b) Band 2/4, (c) Band 3/4.....	26
13. Grafik Scatter Regresi antar Band Tahun 2023 (a) Band 2/3, (b) Band 2/4, (c) Band 3/4.....	27
14. Citra Hasil Koreksi Kolom Air Tahun 2023 (a) Band Lyzenga 2/3 (b) Band Lyzenga 2/4 (c) Band Lyzenga 3/4 (d) <i>Composite</i> Band Lyzenga 2/3, 2/4, 3/4.....	28
15. Klasifikasi Citra pada Tahun 2023 (a) Band Lyzenga 2/3, (b) Band Lyzenga 2/4, (c) Band Lyzenga 3/4, dan (d) <i>Composite</i> Band Lyzenga 2/3, 2/4, 3/4...31	
16. Peta Perbandingan Habitat Bentik (a)2015, (b)2019, (c) 2023 .....	36
17. Pengembalian Karang yang Telah diambil Oleh Masyarakat .....	39



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Karakteristik Citra Sentinel 2.....	7
2. Penelitian Perubahan Luasan Terumbu Karang di Kepulauan Seribu.....	10
3. Bahan yang digunakan pada penelitian.....	12
4. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	13
5. Hasil Perhitungan Nilai Varian dan Kovarian .....	23
6. Nilai Perhitungan Statistik Lyzenga.....	24
7. Uji Akurasi Kombinasi Band 2/3 .....	33
8. Uji Akurasi Kombinasi Band 2,4.....	33
9. Uji Akurasi Kombinasi Band 3,4.....	34
10. Uji Akurasi <i>Composite</i> Band .....	34
11. Keterangan Luasan Perubahan Terumbu Karang di Perairan Pulau Kelapa Dua.....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Persentase Klasifikasi per-stasiun .....	53
2. Dokumentasi Penelitian .....	55

## I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kepulauan Seribu berada di wilayah DKI Jakarta yang terletak di sebelah luar Perairan Teluk Jakarta dengan letak geografis  $106^{\circ}25'$ - $106^{\circ}40'$  BT dan  $05^{\circ}24'$ - $05^{\circ}45'$  LS. Wilayah Kepulauan Seribu memiliki luas daratan 843,65 ha dengan luas perairan kurang lebih 7.000 km<sup>2</sup> (Warsa dan Baiq, 2010). Merujuk pada Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 6310 tahun 2002 tentang Penetapan Kawasan Pelestarian Alam Perairan Taman Nasional Laut Kepulauan Seribu memiliki luasan 107.489 hektar yang berada di Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu.

Luasan dari pulau tersebut yaitu 1,9 hektar dengan bentuk pulau yang menyerupai ikan. Menurut UU Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil tahun 2014, apabila suatu pulau kurang dari atau sama dengan 2000 km<sup>2</sup> dan perairan di sekitarnya diklasifikasikan sebagai pulau kecil (Yudhantoko *et al.* 2016). Menurut Indrajaya (2018) pulau tersebut belum dikelola dengan baik, masih sangat banyak sampah yang berserakan di sekitar desa dan infrastruktur masih sangat minim, dan masih belum terekplorasi sumber dayanya.

Taman Nasional Kepulauan Seribu merupakan salah satu daerah konservasi laut yang didominasi oleh ekosistem terumbu karang, padang lamun, dan daratan pulau-pulau yang dijadikan sebagai habitat penting bagi biota perairan laut (Sachoemar, 2008). Terumbu karang merupakan ekosistem khas pada perairan pesisir wilayah tropis. Terumbu karang menjadi komponen primer penyusun ekosistem yang berfungsi sebagai asal biodiversitas bagi kehidupan laut, tempat mencari makan, tempat bertelur dan tempat berpijah bagi biota laut, menstabilkan sedimen, perlindungan pantai, penjernih air, dan pariwisata (Astaman, 2019).

Luasan terumbu karang di perairan Indonesia sekitar 50.000km<sup>2</sup> (Lapan, 2022) namun, hampir 85% terumbu karang Indonesia berisiko mengalami kerusakan, dimana sekitar 50% di antaranya berisiko tinggi mengalami kerusakan (Suryatini, 2020). Menurut Noviana (2018) luasan terumbu karang di sekitar Gugusan Kepulauan Seribu sebesar 4.750 ha namun 50% diantaranya mengalami kerusakan. Kerusakan terumbu karang berdampak pada luasan terumbu karang di suatu wilayah sehingga untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan monitoring (Muhtar *et al.* 2019).

Upaya monitoring pada penelitian ini menggunakan metode penginderaan jauh. Teknologi penginderaan jauh dapat dimanfaatkan untuk merekam karakteristik pantulan dan pancaran berbagai objek di atas permukaan bumi yang termasuk perairan. Teknologi penginderaan jauh dapat dimanfaatkan untuk mengkaji fenomena kualitas air sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi dan memetakan terumbu karang (Ramadianto, 2014).

Salah satu sumberdata citra yang digunakan saat ini yaitu citra satelit Sentinel-2 yang hadir pada tahun 2015 (Syam'ani, 2021) dimana sebelumnya citra yang banyak digunakan yaitu citra Landsat. Citra satelit Sentinel-2 mempunyai resolusi spasial sedang yaitu 10 meter yang dapat diakses secara gratis dan dapat diakses kapanpun di seluruh belahan dunia. Keunggulan dari citra Sentinel-2 berada pada resolusi temporal dan pemantauan kualitas air dengan resolusi waktu 10 hari untuk satu satelit atau 5 hari untuk dua satelit (European Space Agency, 2015).

Citra Sentinel 2 merupakan citra *optic multispectral* yang terdiri dari 13 *band* dengan spektrum *visible, near infrared, shortwave infrared*. Resolusi spasial satelit Sentinel 2 yaitu 4 *band* dengan resolusi 10 meter (B2, B3, B4, B8), 6 *band* dengan resolusi 20 meter (B5, B6, B7, B8A, B11, B12) dan 3 *band* dengan resolusi 60 meter (B1, B9, B10) (Fuad *et al.* 2022).

Terumbu karang di Taman Nasional Kepulauan Seribu merupakan salah satu daya tarik wisatawan, namun kondisi lautnya banyak mengalami perubahan yang disebabkan kegiatan manusia dan pemanasan global sehingga mempengaruhi luasan dari terumbu karang (Taofiqurohman *et al.* 2021). Oleh karena itu, penting dilakukan penelitian untuk mengetahui perubahan luasan terumbu karang yang terjadi di Taman Nasional Kepulauan Seribu.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Kehadiran citra satelit Sentinel-2 dijadikan sebagai citra yang dimanfaatkan untuk pengelolaan data penginderaan jauh dikarenakan terdapat beberapa keunggulan yang dimiliki Sentinel 2 (Oktaviani dan Hollanda, 2017). Menurut Rafsenja *et al.* (2020) citra Sentinel-2 memiliki 13 band dengan tingkat resolusi 10 meter yang lebih tinggi dibandingkan dengan Landsat 8 yang memiliki resolusi 30 meter untuk kanal 1-9. Meningkatnya resolusi maka akan semakin tinggi tingkat

akurasi dan biaya yang dibutuhkan (Oktaviani, 2016) maka dari itu, kehadiran Sentinel 2 dapat menjadi alternatif sumber data satelit yang dapat memetakan terumbu karang.

Kondisi biologis dan bentuk fisik yang menarik dari terumbu karang menjadi daya tarik tersendiri bagi para peneliti dan wisatawan. Namun karena beberapa faktor, kondisi terumbu karang Indonesia telah banyak berubah sehingga diperlukan pemantauan mengenai terumbu karang lebih lanjut menggunakan penginderaan jauh (Azka *et al.* 2019). Permasalahan yang dihadapi dalam mendeteksi perubahan luasan terumbu karang di Pulau Kelapa Dua yaitu belum banyak informasi terkait kondisi dan perubahan luasan terumbu karang di beberapa tahun terakhir.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat dirumuskan pertanyaan untuk penelitian, yaitu :

1. Bagaimana kemampuan citra Satelit Sentinel 2 dalam memetakan terumbu karang di Perairan Pulau Kelapa Dua, Taman Nasional Kepulauan Seribu?
2. Bagaimana perubahan luasan terumbu karang dari tahun 2015 sampai tahun 2023 di Perairan Pulau Kelapa Dua, Taman Nasional Kepulauan Seribu?

### **1.3 Tujuan**

Tujuan penelitian adalah :

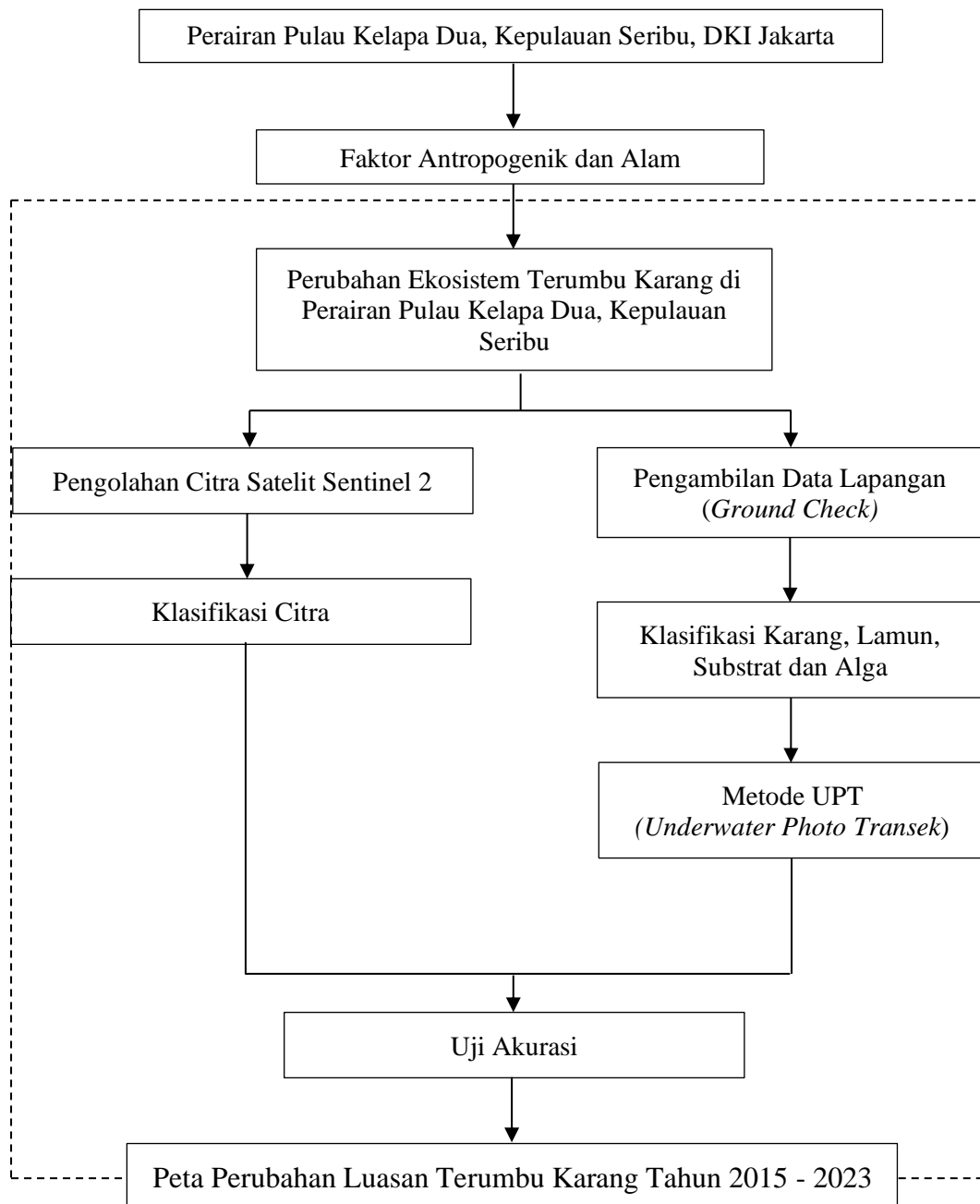
1. Menganalisis kemampuan citra satelit Sentinel 2 dalam memetakan terumbu karang di Perairan Pulau Kelapa Dua, Taman Nasional Kepulauan Seribu.
2. Menganalisis perubahan luasan terumbu karang yang terjadi dari tahun 2015 sampai 2023 di Perairan Pulau Kelapa Dua, Taman Nasional Kepulauan Seribu.

### **1.4 Manfaat**

Manfaat penelitian ini yaitu memberikan informasi tentang sebaran terumbu karang sekitar perairan di Pulau Kelapa Dua dan diharapkan dapat digunakan sebagai informasi terhadap pihak Taman Nasional Laut Kepulauan Seribu untuk pengelolaan ekosistem terumbu karang sehingga tetap terjaga kelestariannya

### 1.5 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran disajikan pada Gambar 1, sebagai berikut :



Keterangan : - - - - - = Batasan Kajian

—> = Kajian Penelitian

Gambar 1. Kerangka Pemikiran

## DAFTAR PUSTAKA

- Adji AS, Terry I, Robert A. 2016. Penerapan Metode Foto Transek Bawah Air untuk Mengetahui Tutupan Terumbu Karang di Pulau Pombo, Maluku. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol. 8(2) : 633-643
- Aji S, Abdi S, Fauzi JA. 2021. Analisis Pemanfaatan Satellite Derived Bathymetry Citra Sentinel-2a Dengan Menggunakan Algoritma Lyzenga Dan Stumpf (Studi Kasus : Perairan Pelabuhan Malahayati, Provinsi Aceh). *Geodesi Undip* Vol. 10(1) : 68-78
- Agency ES. 2015. *Sentinel-2 user handbook*. Sentinel 2 Document Library : ESA.
- Aini M, Churun A, Suryanti. 2013. Profil Kandungan Nitrat Dan Fosfat Pada Polip Karang *Acropora* Sp. Di Pulau Menjangan Kecil Taman Nasional Karimunjawa. *Diponegoro Journal Of Maquares* Vol 2(4) : 118-126
- Akbar FR. 2016. Evaluasi Pengaruh Koreksi Atmosferik dalam Algoritma untuk Perhitungan *Total Suspended Solid* menggunakan Citra Satelit Landsat 8 [thesis]. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 111 hal
- Anggoro A, Zamdial, DH, Deddy B, Nurlaila EH, Maya AFU. 2020. Pemetaan Habitat Perairan Dangkal menggunakan Citra Resolusi Menengah dengan Metode Klasifikasi Berbasis Pikel (Studi Kasus Pulau Tikus). *Enggano* Vol. 5(1) : 78-90
- Arief M. 2013. Pengembangan Metode Lyzenga untuk Deteksi Terumbu Karang di Kepulauan Seribu dengan Menggunakan Data Satelit AVNIR-2. *Statistika* Vol. 13(2) : 55 – 64
- Arifin AZ dan Wiwik DSK. 2002. Penggunaan Analisa Faktor Untuk Klasifikasi Citra Penginderaan Jauh Multispektral. *JUTI* Vol. 1(1) : 12-19
- Astaman IDMKP, Kuncoro TS, Gathot W, dan Ety P. 2019. Analisa Koreksi Kolom Air untuk Pemetaan Habitat Perairan Laut Dangkal di Nusa Lembongan, Bali. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh ke-6 Tahun 2019*
- Azka LM, Lis DM, Putri EM. 2019. Analisa Luasan Terumbu Karang berdasarkan Pengolahan Data Citra Satelit Landsat 8 menggunakan Algoritma Lyzenga. *JARTEL* Vol. 8(1) : 13-19
- Azzura MRFB, Ita R, Gunawan WS. 2022. Kajian Kondisi Padang Lamun di Pulau Kelapa Dua Taman Nasional Kepulauan Seribu. *Journal of Marine Research* Vol.11(4) : 720-728
- Bano VS, Nurul K. 2016. Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Untuk Pemetaan Terumbu Karang di Teluk Tomini Bagian Kota Gorontalo [skripsi]. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada. 107 hal

- Fadilah. 2019. *Analisis Faktor Hidro-Oseanografi Terhadap Kerusakan Pantaikecamatan Pondok Kelapa Kabupaten Bengkulu Tengah Dan Penentuan Konsep Penanganannya*. Jakad Media Publishing : Surabaya
- Fauzi FRH. 2023. *Kajian Peningkatan Persentase Tutupan Dan Nilai Ekonomi Terumbu Karang Pulau Kelapa Dua, DKI Jakarta [tesis]*. Depok : Universitas Indonesia. 102 hal
- Fuad MAZ, M. Fadilah NR, Citra SUD, M. Anwar F, Edo BH. 2022. Pemetaan Terumbu Karang Dengan Citra Satelit Sentinel-2 dan Analisis Kondisi Karang di Kawasan Pantai Pasir Putih, Situbondo Jawa Timur. *Pendidikan Geografi* Vol. 27(1) : 73-87
- Giyanto, Mumby P, Dhewani N, Abrar M, Iswari, MY 2017. *Indeks Kesehatan Terumbu Karang Indonesia*. Jakarta: Coremap CTI Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI.
- Giyanto Muhammad A, Tri AH, Agus B, Muhammad H, Abdullah S, Marindah YI. 2017. *Status Terumbu Karang Indonesia*. Jakarta : Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI
- Giyanto, Mumby, P, Dhewani, N, Abrar, M. & Iswari, M.Y. 2017a. *Indeks Kesehatan Terumbu Karang Indonesia*. Jakarta: Coremap CTI Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI. Giyanto, Muhammad A, Anna EWM, Rikoh MS, Yosephine T, Dewirina Z. 2017. *Panduan Pemantauan Kesehatan Terumbu Karang*. Jakarta : Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI
- Giyanto. 2013. Metode Transek Foto Bawah Air Untuk Penilaian Kondisi Terumbu Karang. *Oseana* Vol. 38(1) : 47-61
- Green EP, Mumby P, Edwards AJ, Clark CD. 2000. *Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management*. Paris: UNESCO
- Hadi TA, Giyanto, Bayu P, Muhammad H, Agus BS. 2018. *Status Terumbu Karang Indonesia 2018*. LIPI : Ancol Timur
- Hafizt M, Marindah YI, Bayu P. 2017. Kajian Metode Klasifikasi Citra Landsat-8 untuk Pemetaan Habitat Bentik di Kepulauan Padaido, Papua. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* Vol. 2(1): 1–13
- Hamdir ANRW, Sigit HBS. 2014. Studi Perbandingan Klasifikasi Multispektral *Maximum Likelihood* dan *Support Vector Machine* untuk Pemetaan Penutup Lahan. *Jurnal Bumi Indonesia* Vol. 3(4) : 1-7
- Indrajaya AN, Wiwiek MD, Evita S, Clemence P. 2018. Upaya Peningkatan Pariwisata di Pulau Kelapa Dua Kepulauan Seribu melalui Model *Ecotourism*



dengan Mengoptimasi Aktivitas *Marketing* melalui *Social Media*. Prosiding Seminar Hasil Pengabdian : Sekolah Tinggi Manajemen Ipmi. Hlm 1-8

- Irawan J, Bandi S, Andri S. 2017. Pemetaan Sebaran Terumbu Karang Dengan Metode Algoritma Lyzenga Secara Temporal Menggunakan Citra Landsat 5 7 Dan 8 (Studi Kasus : Pulau Karimunjawa). *Jurnal Geodesi Undip* Vol.6(2) : 56-62
- Jaelani LM, Nurahida L, Yennie M. 2015. Pengaruh Algoritma Lyzenga Dalam Pemetaan Terumbu Karang Menggunakan Worldview-2, Studi Kasus: Perairan Pltu Paiton Probolinggo. *Jurnal Penginderaan Jauh* Vol. 12(2) : 123-133
- Jayanti I. 2017. Perbandingan Metode Klasifikasi *Maximum Likelihood* dan *Minimum Distance* Pada Pemetaan Tutupan Lahan di Kota Langsa [skripsi]. Banda Aceh : Universitas Syiah Kuala. 64 hal
- Kalinda IOP, Bandi S, Abdi S. 2018. Analisis Pengaruh Koreksi Atmosfer Terhadap Deteksi Land Surface Temperature Menggunakan Citra Landsat 8 Di Kota Semarang. *Jurnal Geodesi Undip* Vol. 7(3) : 66-77
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2016. *Panduan pemantauan pemutihan karang*. Jakarta : Kementrian Kelautan dan Perikanan
- Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 6310. 2002. Penetapan Kawasan Pelestarian Alam Perairan Taman Nasional Laut Kepulauan Seribu
- Kristianingsih L, Arwan PW, Abdi S. 2016. Analisis Pengaruh Koreksi Atmosfer Terhadap Estimasi Kandungan Klorofil-A Menggunakan Citra Landsat 8. *Geodesi Undip* Vol. 5(4) : 56-64
- LAPAN. 2022. Mendeteksi Terumbu Karang dengan Data Penginderaan Jauh. <https://www.lapan.go.id/post/7959/mendeteksi-terumbu-karang-dengan-data-penginderaan->
- Lillesand dan Kiefer. 1979. *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley and Sons, New York
- Lyzenga DR. 1981. *Remote Sensing of Bottom Reflectance and Water Attenuation Parameters in Shallow Water Using Aircraft and Landsat Data*. *International J Rem Sens* Vol.2(1) : 71-82
- Maestro DA, Muhammad H, Warsito A. 2022. Analisis Perairan Dangkal Berdasarkan Pengolahan Digital Citra Satelit Sentinel-2B di Perairan Pulau Karimunjawa, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography* Vol. 4(4): 1-10

- Manullang JC, Hartoni, Heron S. 2013. Analisis Perubahan Luasan Terumbu Karang dengan Menggunakan Data Penginderaan Jauh di Perairan Pulau Pramuka Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu. *Maspari Journal* Vol. 6(2) : 124-132
- Marini Y, Emiyati, Siti H, Maryani H. 2014. *Perbandingan Metode Klasifikasi Supervised Maximum Likelihood Dengan Klasifikasi Berbasis Objek Untuk Inventarisasi Lahan Tambak Di Kabupaten Maros*. Seminar Nasional Penginderaan Jauh : LAPAN
- Maulana MMA, Moehammad A, Fauzi JA. 2017. Analisis Pengaruh Perubahan Garis Pantai Terhadap Batas Pengelolaan Wilayah Laut Provinsi Jawa Timur dan Provinsi Bali di Selat Bali. *Geodesi Undip* Vol. 6(4) : 341 – 350
- Mornaten B. 2019. Studi Kerapatan Dan Keragaman Jenis Makro Algae Pada Perairan Desa Jikumerasa, Kabupaten Buru. *Scie Map* Vol. 1(2) : 73-85
- Muhtar F, Armijon , Fauzan M, Romi F. 2019. Analisa Luasan Terumbu Karang Di Perairan Pulau Tegal Lampung Dengan Teknologi Penginderaan Jauh. *Geofisika Eksplorasi* Vol. 5(2) : 141-153
- Mulyaqin T, Kardiyono, Ismatul H, Fadhlullah R, Muchamad Y. 2022. Deteksi Alih Fungsi Lahan Padi Sawah Menggunakan Sentinel-2 dan Google Earth Engine di Kota Serang, Provinsi Banten. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* Vol. 27(2) : 226-236
- Noviana L, Hadi SA, Luky A, Kholil. 2018. Studi Ekosistem Terumbu Karang di Taman Nasional Kepulauan Seribu. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan* Vol. 9(2): 352-365
- Nurkhayati R, Henry MM. 2016. GIS untuk Integrasi Interpretasi Substrat Dasar Perairan Menggunakan Pengolahan Citra ALOS-AVNIR dan *Side Scan Sonar*. *J.Oto.Ktrl.Inst* Vol. 8(1) : 25-38
- Octavia R, Yusuf F. 2017. Analisis Kestabilan Sistem Dinamik Satelit Pengamat Bumi. *Jurnal Ilmiah Matematika* Vol 3(6) : 158-166
- Oktaviani A, Yarjohan. 2016. Perbandingan Resolusi Spasial, Temporal dan Radiometrik serta Kendalanya. *Jurnal Enggano* Vol. 1(2) : 74-79
- Oktaviani N, Hollanda AK. 2017. Pengenalan Citra Satelit Sentinel-2 Untuk Pemetaan Kelautan. *Oseana* Vol. 42(3) : 40 – 55
- Pasaribu RP, Rakhma FL, Melda SS. 2022. Analisis Tutupan Terumbu Karang Di Perairan Pulau Panjang Kecil Dan Pulau Kelapa, Kepulauan Seribu. *Kelautan dan Perikanan Terapan* Vol. 5(2) : 99-108

- Pradipta IMD, I Made OW, Rukmi SH. 2019. Penajaman Citra Satelit Landsat 8 Menggunakan Transformasi Brovey. *Ilmiah Teknologi Elektro* Vol. 18(3) : 353-361
- Pratchett SM, Andrew SH, Shaun KW. 2014. Reef Degradation And The Loss Of Critical Ecosystem Goods And Services Provided By Coral Reef Fishes. *Current Opinion in Environmental Sustainability* Vol. 7 : 37-43
- Pratiwi AW, Laode MHJ, Fitra S. 2020. Perbandingan Metode Berbasis Pikel Dan Objek Citra Sentinel 2A Untuk Klasifikasi Penggunaan Lahan. *Geografi Aplikasi Dan Teknologi* Vol.4(1) : 117-124
- Prawoto CD, Hartono. 2018. Pemetaan Habitat Bentik dengan Citra Multispektral Sentinel-2A di Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar, Kepulauan Karimunjawa. *Jurnal Bumi Indonesia* Vol. 7(3) : 1-8
- Purwanto AD and Wikanti A. 2019. *Identification of Mangrove Forests Using Multispectral Satellite Imageries. International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences* Vol. 16(1) : 63-86
- Putra MGA, Neviaty PZ, Nyoman MNN, Amir YY. 2022. Potensi Sumber dan Sebaran Sampah Laut di Ekosistem Terumbu Karang Perairan Pulau Kelapa, Pulau Kelapa Dua, dan Pulau Harapan, DKI Jakarta. *Journal of Marine and Aquatic Sciences* Vol. 8(2) : 244-253
- Putri ES, Anita W, Rizal AK, Lili S, Riki R. 2021. Pemanfaatan Citra Sentinel-2 untuk Analisis Kerapatan Vegetasi di Wilayah Gunung Manglayang. *Jurusan Pendidikan Geografi* Vol. 9(2) : 133-143
- Rachmawati DN, Bandi S, Abdi S. 2018. Studi Perkembangan Terumbu Karang di Perairan Pulau Panjang Jepara menggunakan Citra Sentinel-2 dengan Metode Algoritma Lyzenga. *Geodesi Undip* Vol. 7(4) : 233-244
- Rafsensa U, Laode MGJ, Sawaludin, Saban R. 2020. Analisis Perbandingan Citra Landsat 8 dan Citra Sentinel 2-A untuk Mengidentifikasi Sebaran Mangrove. *Geografi Aplikasi dan Teknologi* Vol.4(1) : 63-70
- Rahayu, Sawitri S, Bambang DY. 2015. Kajian Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh Untuk Identifikasi Objek Pajak Bumi Dan Bangunan (Studi Kasus : Kecamatan Tembalang Kota Semarang). *Geodesi Undip* Vol 4(1) : 20-32
- Rahayuningsih, Abdi S, Bandi S. 2020. Analisis Haze Removal Dengan Metode Haze Optimized Transformation (Hot) Dan Metode Advance Haze Optimized Transformation (Ahot) Pada Citra Spot 7 Di Wilayah Kota Semarang. *Geodesi Undip* Vol. 9(1) : 38-48

- Ramadianto A, Totok G. 2014. Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh untuk Pemetaan Kualitas Air di Waduk Jatiluhur, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat [*skripsi*]. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada. 20 hal
- Rangga P. 2019. Pemanfaatan Citra Satelit-2 Dalam Deteksi Sebaran Terumbu Karang Serta Analisis Kondisi Terumbu Karang Berdasarkan Thermal Stress Di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta [*skripsi*]. Malang : Universitas Brawijaya. 54 hal
- Riniatsih I, Munasik, Chrisna AS, Ria ATN, Retno H, Rudhi P, Subagiyo. 2017. Komposisi Makroalga Yang Berasosiasi Di Ekosistem Padang Lamun Pulau Tumpul Lunik, Pulau Rimau Balak Dan Pulau Kandang Balak Selatan, Perairan Lampung Selatan. *Kelautan Tropis* Vol. 20(2): 124–130
- Rohfika I, Dewi EB, M. Syahrir R. 2019. Analisis Perubahan Luasan Terumbu Karang Menggunakan Citra Landsat di Pulau Beras Basah Bontang Kalimantan Timur. *Jurnal Aquarine* Vol. 6(1) : 9-19
- Sachoemar SI. 2008. Karakteristik Lingkungan Perairan Kepulauan Seribu. *JAI* Vol.4(2) : 109 – 114
- Sahroni, Wahyu A, Umroh. 2019. Kajian Makroalga Pada Terumbu Karang Di Perairan Turun Aban. *Aquatic Science* Vol. 1(1) : 14-20
- Saputra SA, Ignasius PY, Felicia Z. 2008. Keanekaragaman dan Penutupan Terumbu Karang di Pantai Pasir Putih Situbondo, Jawa Timur. *Penelitian Geografi* Vol. 27(1) : 73 – 87
- Sari CA, Achmad FS, Bayu P, dan Abdullah S. 2019. Pemetaan Habitat Bentik di Pulau Liki, Papua, Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2A. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh ke-6 Tahun 2019*
- Sari DP. 2022. Analisis Citra Sentinel-2a Untuk Pemetaan Batimetri Laut Dangkal Perairan Teluk Lampung [*Skripsi*]. Bandar Lampung : Universitas Lampung. 52 hal
- Selamat MB, Indra J, Vincentius PS, Totok H. 2012. Zonasi Geomorfologi dan Koreksi Kolom Air Untuk Pemetaan Substrat Dasar Menggunakan Citra Quickbird. *Teknologi Perikanan dan Kelautan* Vol. 3(1) : 17-25
- Selamat MB, Supriadi M, Khairul A, Susetiono. 2020. *The Use Of Sentinel 2A Imageries To Improve Mangrove Inventorization At Coremap CTI Monitoring Areas.*
- Semedi B, Alif RS, Oktyas ML. 2019. Pemanfaatan Data Citra Satelit Sentinel-2 Untuk Asesmen Habitat Dasar Perairan Pantai Selatan Sempu Kabupaten Malang. *Journal of Fisheries and Marine Research* Vol.3(2) : 273-279

- Shati L, Romie OB, Aris P. 2019. Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Untuk Analisis Penentuan Lahan Uji Coba Kendaraan Tempur Di Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung. *Teknologi Penginderaan* Vol.1 (2) : 151-176
- Simamora FBM, Bandi S, Hani'ah. 2015. Kajian Metode Segmentasi Untuk Identifikasi Tutupan Lahan Dan Luas Bidang Tanah Menggunakan Citra Pada Google Earth (Studi Kasus : Kecamatan Tembalang, Semarang). *Geodesi Undip* Vol. 4(4) : 43-52
- Siregar VP, Syamsul BA, Adriani S. 2020. Analisis Perubahan Habitat Dasar Perairan Dangkal Menggunakan Citra Satelit Resolusi Tinggi Di Karang Lebar, Kepulauan Seribu. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol. 12(1) : 37-51
- Suryatini KY, I Gusti AR. 2020. Potensi Pemulihan Ekosistem Terumbu Karang : Dampak Positif Pandemi Covid-19 Terhadap Lingkungan. *Edukasi Matematika dan Sains* Vol. 9(2) : 206-215
- Suryono, Ambariyanto, Munasik, Raden A, Ibnu P, Nur TSPJ, Syahrial VC, Tiara A, Prayogi, Eny S. 2022. Perubahan Luas Terumbu Karang di Pulau Panjang, Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis* Vol. 25(3) : 337-344
- Suwargana N. 2013. Resolusi Spasial Temporal Dan Spektral Pada Citra Satelit Landsat Spot Dan Ikonos. *Ilmiah Widya* Vol. 1(2) : 167-174
- Syam'ani. 2021. Potensi Pemanfaatan Teknologi Citra Esa Sentinel-2 Msi Untuk Pemantauan Kualitas Air. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*. Banjarbaru : Universitas Lambung Mangkurat. hlm 1-8
- Taofiqurohman A, Ibnu F, Kholid AR. 2021. Identifikasi Kondisi Kesehatan Ekosistem Terumbu Karang di Pulau Sepa, Kepulauan Seribu. *Buletin Oseanografi Marina* Vol. 10(1) : 23-32
- Trisakti B, Gagat N. 2012. Standarisasi Koreksi Data Satelit Multiwaktu dan Multisensor (Landsat TM/ETM+ dan SPOT-4). *Jurnal Penginderaan Jauh* Vol. 9(1) : 25-35
- Warsa A, Baiq IP. 2010. Kondisi Lingkungan Dan Terumbu Karang di Daerah Perlindungan Laut Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. *BAWAL* Vol. 3(2) : 115-121
- Wiggers MJ, I Wayan N, I Dewa NNP. 2020. Monitoring Perubahan Penggunaan Lahan Pesisir Di Kecamatan Batu Layar, Kabupaten Lombok Barat Pada Tahun 2002 dan 2019. *Journal of Marine Research and Technology* Vol. 3 No 2 : 68-74

Yudhantoko, Gentur H, Muhammad Z. 2016. Karakteristik dan Peramalan Pasang Surut di Pulau Kelapa Dua, Kabupaten Kepulauan Seribu. *Oseanografi* Vol. 5(3) : 368-377

Zurba N. 2019. *Pengenalan Terumbu Karang, Sebagai Pondasi Utama Laut Kita*. Unimal Press : Sulawesi