

SKRIPSI

**ANALISIS PERUBAHAN LUASAN TUTUPAN LAMUN SECARA
SPASIAL DAN TEMPORAL DI PULAU KODINGARENG LOMPO
MENGUNAKAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH**

**FATHAN ZUHAD YOPHA PUTRA
L021 18 1335**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2023**

**ANALISIS PERUBAHAN LUASAN TUTUPAN LAMUN SECARA
SPASIAL DAN TEMPORAL DI PULAU KODINGARENG LOMPO
MENGUNAKAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH**

**FATHAN ZUHAD YOPHA PUTRA
L021 18 1335**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERUBAHAN LUASAN TUTUPAN LAMUN SECARA SPASIAL DAN TEMPORAL DI PULAU KODINGARENG LOMPO MENGGUNAKAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH

Disusun dan diajukan oleh:

FATHAN ZUHAD YOPHA PUTRA
L021 18 1335

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 03 Maret 2023

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

UNIVERSITAS HASANUDDIN

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Dewi Yanuarita, M.Si
NIP. 195801021987022001

Pembimbing Pendamping,



Wilma Joanna Carolina, S.Kel., M.Agr., Ph.D.
NIP. 198705022014042001

Mengetahui,

Ketua Program Studi,
Manajemen Sumberdaya Perairan,



Dr. H. Nadiarti, M.Sc
NIP. 19680106 199103 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fathan Zuhad Yopha Putra
NIM : L021 18 1335
Program Studi : Manajemen Sumber Daya Perairan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

“Analisis Perubahan Luasan Tutupan Lamun Secara Spasial dan Temporal di Pulau Kodingareng Lompo Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar- benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 09 Maret 2023

Yang Menyatakan



Fathan Zuhad Yopha Putra

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

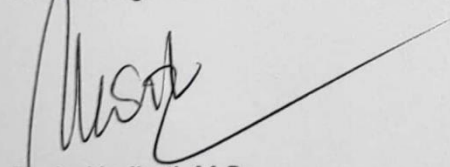
Nama : Fathan Zuhad Yopha Putra
NIM : L021 18 1335
Program Studi : Manajemen Sumber Daya Perairan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai *author* dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 09 Maret 2023

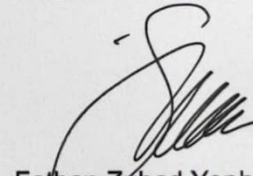
Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Ir. Nadiarti, M.Sc
NIP. 19680106 199103 2 001

Penulis



Fathan Zuhad Yopha Putra
NIM. L021 18 1335

ABSTRAK

Fathan Zuhad Yopha Putra. L021181335. “Analisis Perubahan Tutupan Lamun Secara Spasial dan Temporal di Pulau Kodingareng Lompo Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh” dibimbing oleh **Dewi Yanuarita** sebagai Pembimbing Utama dan **Wilma Joanna Carolina** sebagai Pembimbing Pendamping.

Pulau Kodingareng Lompo merupakan salah satu pulau Kota Makassar dengan hamparan padang lamun yang luas. Seiring berjalannya waktu, jumlah penduduk P. Kodingareng Lompo terus bertambah, sehingga aktivitas antropogenik juga bertambah. Hal tersebut diduga akan berdampak pada kondisi dan persebaran ekosistem padang lamun di Pulau Kodingareng Lompo. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi perubahan tutupan lamun secara spasial dan temporal di Pulau Kodingareng Lompo dari tahun 2015 hingga 2022 menggunakan teknologi penginderaan jauh. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli hingga September 2022 menggunakan Citra Sentinel-2A akuisisi tahun 2015, 2018, dan 2022. Metode penelitian ini dimulai dengan pengolahan awal citra untuk membuat perencanaan titik lokasi pengambilan sampel secara *purposive random sampling*. Selanjutnya survei lapangan untuk mengidentifikasi jenis lamun dan mengestimasi persentase tutupan padang lamun di 52 titik plot. Data lapangan persentase tutupan lamun dibagi menjadi dua kategori, yaitu data model dan data validasi. Tahap pengolahan citra menggunakan algoritma regresi *random forest* dalam memetakan persentase tutupan lamun. Hasil penelitian menemukan enam jenis lamun yaitu *Halophila ovalis*, *Cymodocea rotundata*, *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Syringodium isoetifolium*, dan *Halodule uninervis*. Jenis yang mendominasi adalah *Thalassia hemprichii*. Kondisi padang lamun Pulau Kodingareng Lompo tahun 2015 dan 2022 tergolong baik, sedangkan tahun 2018 tergolong kurang sehat. Terjadi perubahan luas tutupan lamun dari tahun 2015 ke 2022, yaitu seluas $\pm 8,13$ Ha atau $\pm 10,37\%$. Namun laju pertumbuhan luas dari tahun 2015-2018 lebih besar dibandingkan dari tahun 2018-2022 dengan selisih sebesar $\pm 2,09$ Ha atau $\pm 2,93\%$. Hal ini menunjukkan bahwa luas tutupan lamun di Pulau Kodingareng Lompo terus mengalami pertumbuhan luas setiap tahunnya dari tahun 2015-2022.

Kata kunci: Persentase tutupan Lamun, Penginderaan jauh, Citra Sentinel-2A, Random Forest, Pulau Kodingareng Lompo

ABSTRACT

Fathan Zuhad Yopha Putra. L021181335. "A Spatial and Temporal Analysis of Seagrass Cover Changes on Kodingareng Lompo Island Using Remote Sensing Technology". Supervised by **Dewi Yanuarita** and **Wilma Joanna Carolina** as co-Supervisor.

Kodingareng Lompo is one of the islands belonging to Makassar City characterized by a large expanse of seagrass beds. As time goes by, the population of its inhabitants continues to grow, causing anthropogenic activities to also increase. This is expected to have an impact on the condition and distribution of the seagrass ecosystem of the island. This study aims to estimate changes in seagrass cover spatially and temporally from 2015 to 2022 using remote sensing technology. This research was conducted from July to September 2022 using Sentinel-2A Image acquisition in 2015, 2018, and 2022. This research method begins with pre-processing the image which aims to plan sampling points using purposive random sampling. A field survey was then carried out to identify seagrass species and estimate the percentage of seagrass cover at 52 plot points. Field data on the percentage of seagrass cover is divided into two categories, namely model data and validation data. The image processing stage uses the random forest regression algorithm to map the percentage of seagrass cover. The results identified six species of seagrass, namely *Halophila ovalis*, *Cymodocea rotundata*, *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Syringodium isoetifolium*, and *Halodule uninervis*. The seagrass beds which were dominated by *Thalassia hemprichii*. The condition of the Kodingareng Lompo Island seagrass beds in 2015 and 2022 was classified as good, while in 2018 it was classified as unhealthy. There has been a change in seagrass cover area from 2015 to 2022 in the form of an increase in the total seagrass cover area of $\pm 8,13$ Ha or $\pm 10,37\%$. However, the rate of increase in area from 2015-2018 was greater compared to 2018-2022 with a difference of $\pm 2,09$ Ha or $\pm 2,93\%$. This shows that the area of seagrass cover continues to increase in area every year from 2015-2022.

Keywords: Seagrass cover percentage, Remote sensing, Sentinel-2A Imagery, Random Forest, Kodingareng Lompo Island

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas ke hadirat Allah SWT, karena atas berkat, rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Departemen Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin ini dengan judul **“Analisis Perubahan Tutupan Lamun Secara Spasial dan Temporal di Pulau Kodingareng Lompo Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan dalam memperoleh gelar sarjana.

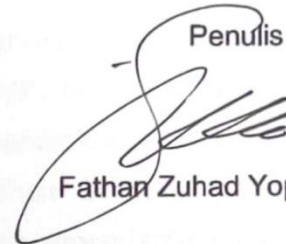
Dalam penyusunan skripsi penelitian ini, hingga skripsi ini dapat terselesaikan, penulis menyadari hal tersebut tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan serta doa dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis dengan sepenuh hati mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi ini, yaitu kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Dewi Yanuarita, M.Si. selaku Pembimbing Utama, Ibu Dwi Fajriyati Inaku, S.Kel, M.Si. selaku Pembimbing Pendamping saat penyusunan Proposal Penelitian yang namun karena melanjutkan pendidikannya kemudian diteruskan oleh Ibu Wilma Joanna Carolina, S.Kel., M.Agr., Ph.D. selaku Pembimbing Pendamping kedua yang telah banyak memberikan waktu, pikiran, arahan, saran, dorongan serta motivasi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian ini.
2. Ibu Dr. Nita Rukminasari, S.Pi, MP. selaku dosen Penasihat Akademik sekaligus dosen penguji dan Ibu Dr. Ir. Nadiarti, M.Sc. selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya dan memberikan arahan, saran dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Kepada Kakanda Muh. Rais dan A. Ade Ikram yang telah meluangkan waktu untuk berbagi ilmu, memberi bimbingan, saran, serta motivasi kepada penulis.
4. Kepada saudara Muksan, Lorensia Puspita, Lukmanul Hakim, dan Muh. Arifandi yang telah meluangkan waktu dan tenaga dalam proses pengambilan data lapangan.
5. Kepada sahabat dan teman seperjuangan Manajemen Sumber Daya Perairan (MSP) 2018 yang telah banyak memberikan dukungan, motivasi dan doa.
6. Kepada Bapak Harun Rosidi dan Ibu Heksa Biopsi Puji Astuti selaku orang tua yang telah mengasuh, membesarkan, mendidik penulis dengan setulus hati serta doa-doa yang tak pernah henti dipanjatkan demi keberhasilan penulis dalam menuntut ilmu, serta seluruh keluarga tercinta atas segala doa dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan oleh penulis untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini kedepannya.

Makassar, 09 Maret 2023

Penulis



Fathan Zuhad Yopha Putra

BIODATA PENULIS



Fathan Zuhad Yopha Putra dilahirkan di Kota Kendari pada tanggal 31 Agustus 2000 dan merupakan anak kedua dari lima bersaudara dari pasangan Bapak Harun Rosidi dan Ibu Heksa Biopsi Puji Astuti. Penulis memulai pendidikan pada usia 6 tahun di Sekolah Dasar Negeri (SDN) 19 Baruga, Kota Kendari dan lulus pada tahun 2012. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 4 Kendari dan lulus pada tahun 2015. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 5 Kendari dan lulus pada tahun 2018. Selanjutnya penulis melanjutkan jenjang pendidikan S1 di Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin pada Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Selama menjalani studi sebagai mahasiswa, penulis aktif pada organisasi Keluarga Mahasiswa Profesi Manajemen Sumberdaya Perairan (KMP MSP KEMAPI FIKP UNHAS) menjabat sebagai Badan Pengurus Harian (BPH) departemen Hubungan Masyarakat (Humas) periode 2020, Himpunan Mahasiswa Manajemen Sumberdaya Perairan Indonesia (HIMASUPERINDO) menjabat sebagai Staff Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kominfo) periode 2021-2022, dan Korps Pencinta Alam Universitas Hasanuddin (KORPALA UNHAS) sebagai Ketua Panitia pada kegiatan Operasi Tebing Kanaan dan Pendidikan Dasar XXXV tahun 2021. Penulis juga aktif sebagai asisten Pemetaan Sumberdaya Perairan, Ekologi Perairan Tropis dan Biologi Moluska Kawasan Wallacea (2022). Penulis menyelesaikan rangkaian tugas akhir yaitu Kuliah Kerja Nyata (KKN Tematik) di Kelurahan Tamalanrea Indah, Kecamatan Tamalanrea, Kota Makassar gelombang 106 tahun 2021.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Ekosistem Padang Lamun	3
B. Aktivitas yang Dapat Mempengaruhi Pertumbuhan Lamun	5
C. Penginderaan Jauh.....	5
1. Pantulan Spektral Lamun	7
2. Citra Sentinel-2A	8
III. METODE PENELITIAN	11
A. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	11
B. Alat dan Bahan	11
1. Alat.....	11
2. Bahan.....	12
C. Prosedur Penelitian	12
1. Pra Pengolahan Citra Sentinel-2A.....	12
2. Pengolahan Citra Sentinel-2A	13
3. Survei Lapangan	16
4. Analisis data	19
5. Uji Akurasi	20

IV. HASIL	23
A. Pengolahan Data Citra Sentinel-2A	23
B. Persentase Tutupan Lamun di Lapangan	25
C. Sebaran dan Kondisi Padang Lamun	28
D. Perubahan Luasan Tutupan Lamun.....	32
E. Uji Akurasi Pengolahan Data Citra.....	33
V. PEMBAHASAN	34
A. Pengolahan Data Citra Sentinel-2A	34
B. Persentase Tutupan Lamun di Lapangan	34
C. Sebaran dan Kondisi Padang Lamun	36
D. Perubahan Luasan Tutupan Lamun.....	39
E. Uji Akurasi Pengolahan Data Citra.....	40
VI. SIMPULAN DAN SARAN	42
A. Kesimpulan	42
B. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Alur Kerja Penginderaan Jauh	6
2. Pola Reflektansi Lima Jenis Lamun	8
3. Spektrum Spektral Band pada Citra Sentinel-2A.....	8
4. Peta Lokasi Penelitian Pulau Kodingareng Lompo	11
5. Peta Lokasi Rencana Pengambilan Data Sampel Lapangan	16
6. Ilustrasi Metode Pengambilan Data Tutupan Lamun	18
7. Kelas Persentase Penutupan Lamun.....	18
8. Diagram Alir Mekanisme Kerja Regresi Random Forest (<i>imageRF</i>)	20
9. Diagram Alir Penelitian	22
10. Hasil Klasifikasi <i>Supervised Maximum Likelihood</i>	24
11. Sebaran Titik Pengambilan Sampel di Lapangan	25
12. Peta Sebaran Lamun Hasil Reklasifikasi	29
13. Peta Persentase Tutupan Lamun Pulau Kodingareng Lompo Tahun 2015, 2018 dan 2022	31

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Spektral Tiap Band pada Citra Sentinel-2A.....	9
2. Skala Kategori Padang Lamun Berdasarkan Persentase Tutupan Lamun	19
3. Status Kondisi Padang lamun	19
4. Luas Habitat Dasar Perairan Dangkal P. Kodingareng Lompo Hasil Klasifikasi Citra Sentinel-2A.....	23
5. Data Model (<i>Training Data</i>).....	26
6. Data Validasi (<i>Testing Data</i>)	27
7. Sebaran Padang Lamun Pulau Kodingareng Lompo Tahun 2015, 2018, dan 2022.....	28
8. Kategori/Kelas Penutupan Padang Lamun Tahun 2015, 2018, dan 2022.....	30
9. Status/Kondisi Padang Lamun Tahun 2015, 2018, dan 2022	32
10. Perubahan Luasan Total Padang Lamun 2015-2022.....	32
11. Nilai Akurasi Data Citra.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Komposit Band Citra <i>Natural Color</i> 432 (merah, hijau, biru)	48
2. Koreksi Atmosferik Citra Sentinel-2A Leve-1C.....	49
3. <i>Cropping</i> Citra Sentinel-2A 50MQV Wilayah Pulau Kodingareng Lompo.....	50
4. <i>Masking</i> Daratan (<i>Land Masking</i>)	51
5. Koreksi Efek <i>Glint</i> (<i>Sunlint</i>) pada Citra.....	52
6. Koreksi Kolom Air <i>Depth Invariant Index</i> (DII).....	53
7. <i>Seagrass Masking</i> Citra	54
8. Kondisi Lapangan yang Menyebabkan Kesalahan Pembacaan Piksel	55
9. Uji Akurasi.....	56
10. Dokumentasi Pengambilan Data Lapangan.....	57

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pulau Kodingareng Lompo secara administrasi masuk ke dalam gugusan Kepulauan Spermonde, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. P. Kodingareng Lompo memiliki jumlah penduduk 4.526 jiwa yang terdiri dari 2.276 laki-laki dan 2.250 perempuan atau 1080 Kepala Keluarga dengan dengan luas wilayah daratan \pm 14 Ha (Syahid, 2018). Jumlah penduduk yang padat tersebut mengakibatkan P. Kodingareng Lompo mampu menghasilkan sampah yang banyak tiap harinya khususnya limbah rumah tangga (Gani & Ikhsan, 2020). Hal ini tentu akan berdampak secara langsung terhadap lingkungan Perairan P. Kodingareng Lompo khususnya bagi ekosistem perairan.

Salah satu ekosistem perairan yang ada di P. Kodingareng Lompo yaitu padang lamun. Padang lamun merupakan ekosistem perairan yang terdiri dari komponen utama yaitu tumbuhan lamun (*seagrass*) dan terdapat juga beberapa biota laut yang menjadikan padang lamun sebagai habitat utamanya. Ekosistem padang lamun merupakan suatu ekosistem yang kompleks dan mempunyai fungsi dan manfaat yang sangat penting bagi perairan wilayah pesisir (Tangke, 2010). Selain itu, padang lamun merupakan ekosistem pesisir yang memiliki tingkat keanekaragaman hayati yang cukup tinggi dan sebagai penyumbang nutrisi yang potensial bagi perairan di sekitarnya karena memiliki tingkat produktifitas yang tinggi, hal tersebut menjadikan ekosistem padang lamun sebagai bagian penting dari laut untuk menjaga keseimbangan ekosistem (Kordi, 2011).

Menurut Novitasari (2018) penutupan lamun dapat dipengaruhi oleh faktor alami dan antropogenik. Faktor alami antara lain gelombang dan arus yang kuat, badai, gempa bumi, dan tsunami. Sedangkan faktor antropogenik antara lain kegiatan penjangkaran kapal, pencemaran, serta pengeboman. Tekanan antropogenik pada pulau-pulau kecil semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk sehingga salah satunya dapat mengakibatkan adanya perubahan tutupan lamun. Seiring berkembangnya teknologi, telah diciptakan teknologi penginderaan jauh yang berfungsi melakukan pemantauan objek yang ada di permukaan bumi tanpa harus turun ke lapangan, termasuk objek di lingkungan perairan.

Dewasa ini penginderaan jauh menjadi pilihan yang sangat efektif dan efisien dalam melakukan pemantauan di suatu wilayah baik secara spasial maupun temporal dengan tujuan yang berbeda-beda. Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dalam melakukan pemetaan sudah banyak digunakan dan dikembangkan untuk memetakan

habitat padang lamun dengan hasil yang komprehensif. Penginderaan jauh memiliki sensor yang dapat menembus perairan dangkal yang jernih dan mengenali karakteristik substrat dasar perairan. Liputan citra satelit yang luas, akurat, resolusi spasial dan spektralnya tinggi, kemampuan perekaman ulang konsisten, akses citra satelit dan pengolahannya mudah, efisien dalam biaya dan tenaga operasional menjadikan penggunaan data dan metode ini menjadi sangat efektif (Pasya, 2019).

Beberapa citra yang dapat digunakan dalam memetakan tutupan lamun yaitu Citra Landsat-8 OLI, Citra Sentinel-2A, dan Citra SPOT 7. Penelitian mengenai kondisi padang lamun di P. Kodingareng Lompo sudah pernah dilakukan, diantaranya oleh Syarif, *et al.*, (2016) menggunakan citra Landsat-8 OLI dan menemukan bahwa kondisi lamun di P. Kodingareng Lompo termasuk dalam tingkat yang baik dengan luas lamun sebesar 137,41 Ha, penelitian lain dilakukan oleh Rais (2021) menggunakan citra SPOT-7 yang memperoleh total luasan lamun di P. Kodingareng Lompo sebesar 81,29 Ha.

Citra Sentinel-2A diluncurkan pada tahun 2015. Jika dibandingkan dengan Citra Landsat-8 OLI dan SPOT-7, Citra Sentinel-2A memiliki tingkat efisiensi dan efektifitas yang lebih baik. Citra Sentinel-2A lebih unggul karena hemat biaya (dapat diperoleh secara gratis), ketersediaan citra yang cukup cepat, akurasi yang cukup tinggi, pengolahan citra yang tidak memakan waktu lama, serta proses pengolahan yang cukup mudah (Andiko, *et al.*, 2019). Penelitian-penelitian mengenai kondisi lamun di P. Kodingareng Lompo perlu dilanjutkan untuk melihat perubahan luasan tutupan lamun secara spasial dan temporal berbasis teknologi penginderaan jauh menggunakan Citra Sentinel-2A.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan luasan tutupan lamun di P. Kodingareng Lompo secara spasial dan temporal dari tahun 2015-2022 dengan memanfaatkan Citra Sentinel-2A.

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh data dan informasi secara spasial maupun temporal, mengenai perubahan tutupan lamun yang dapat dijadikan sebagai bahan acuan dan pertimbangan dalam kegiatan pengelolaan ekosistem padang lamun di P. Kodingareng Lompo.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Ekosistem Padang Lamun

Lamun (*seagrass*) merupakan tumbuhan tingkat tinggi (*Antophyta*) yang hidup terendam di dalam air laut. Tumbuhan lamun memiliki karakteristik antara lain; berbuah, berbunga, berdaun, berimpang (*rhizome*), berakar sejati, berpembuluh dan berkembang biak secara generatif (biji) dan vegetatif (tunas) (Kepmen LH No. 200, 2004). Lamun dapat hidup dan tumbuh pada substrat berlumpur, berpasir, dan pecahan karang (Sjafrie, *et al.*, 2018). Lamun merupakan tumbuhan yang memiliki pembuluh secara struktur dan fungsi yang sama dengan tumbuhan di darat. Keberadaan lamun pada perairan laut terdapat antara batas daerah pasang surut (intertidal dan subtidal) sampai kedalaman tertentu dimana cahaya matahari masih dapat mencapai dasar laut (Wirawandi, 2019).

Seagrass dan *Seaweed* sering diartikan sama yakni sebagai rumput laut, padahal kedua kelompok tumbuhan tersebut memiliki artian yang berbeda, baik dalam segi istilah, definisi serta pengertiannya. Lamun atau *Seagrass* termasuk tanaman tingkat tinggi yang memiliki bagian seperti akar, rimpang, daun, bunga serta buah. Sedangkan *seaweed* atau rumput laut termasuk tanaman tingkat rendah atau kelompok ganggang yang hanya mempunyai *thallus* dan *spora* (Ulum, 2020).

Menurut Asriyana & Yuliana (2012) padang lamun merupakan hamparan ekosistem yang sebagian besar terdiri dari tumbuhan lamun dan dihuni oleh berbagai jenis biota seperti bintang laut, rumput laut, dan berbagai jenis ikan. Padang lamun dapat membentuk vegetasi tunggal dan juga dapat membentuk vegetasi campuran. Vegetasi tunggal merupakan vegetasi yang hanya terdiri dari satu jenis lamun yang mana membentuk padang lebat, sedangkan untuk vegetasi campuran yaitu vegetasi yang terdiri dari 2 sampai 12 jenis lamun yang tumbuh bersama-sama dalam satu substrat.

Padang lamun umumnya dapat dijumpai mulai dari daerah pasang surut sampai dengan kedalaman 40 meter. Akan tetapi, daerah padang lamun yang luas umumnya dijumpai pada kedalaman kurang dari 5 m. Padang lamun yang merupakan hamparan lamun dapat tersusun oleh satu jenis lamun (*monospecific*) dan lebih dari satu jenis lamun (*multispecific*) (Daeng, 2018). Lamun tumbuh subur terutama di daerah pasang surut terbuka serta perairan pantai yang dasarnya berupa lumpur, pasir, kerikil dan patahan pecahan karang dengan kedalaman 4 m. Dalam perairan yang sangat jernih, beberapa jenis lamun bahkan ditemukan tumbuh sampai kedalaman 8-15 m dan 40 m. Bila dibandingkan dengan padang lamun yang tumbuh di

sedimen karbonat yang berasal dari patahan terumbu karang, maka padang lamun yang tumbuh di sedimen yang berasal dari daratan lebih dipengaruhi oleh faktor *run off* daratan yang berkaitan dengan kekeruhan, suplai nutrisi pada musim hujan, serta fluktuasi salinitas (Dahuri, 2003).

Menurut Wirawandi (2019) lamun dapat hidup di perairan dangkal agak berpasir, sering juga dijumpai pada ekosistem terumbu karang. Sama halnya dengan rerumputan di daratan, lamun juga membentuk padang yang luas dan lebat di dasar laut yang masih terjangkau oleh cahaya matahari dengan tingkat energi cahaya matahari yang masih memadai bagi pertumbuhannya. Bahkan semua tipe dasar laut dapat ditumbuhi lamun, namun padang lamun yang luas hanya dijumpai pada dasar laut berlumpur, berpasir lunak dan tebal. Padang lamun sering ditemukan di perairan laut antara hutan rawa mangrove dan terumbu karang.

Ekosistem padang lamun di Indonesia sering dijumpai di daerah pasang surut bawah (*inner intertidal*) dan subtidal atas (*upper subtidal*). Dilihat dari pola zonasi lamun secara horizontal, ekosistem lamun terletak diantara dua ekosistem penting yaitu ekosistem mangrove dan ekosistem terumbu karang. Ekosistem lamun sangat berhubungan erat dan berinteraksi serta sebagai mata rantai (*link*) dan sebagai penyangga (*buffer*) dengan mangrove di pantai dan terumbu karang ke arah laut (Harpiansyah, *et al.*, 2014).

Lamun memiliki manfaat baik secara ekologi maupun ekonomi. Sebagai salah satu sumber penghasil oksigen, penghasil nutrisi, pemecah ombak, habitat bagi beberapa biota laut, dan penyimpan karbon di perairan laut dangkal, merupakan fungsi ekosistem padang lamun dari segi ekologi (Ledheng & Sila, 2017). Dari segi ekonomi lamun dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan, pakan ternak, bahan baku kertas, bahan kerajinan, pupuk, dan bahan obat-obatan (Ledheng & Sila, 2017). Fungsi lain ditambahkan oleh Wirawandi (2019) antara lain sebagai perangkap sedimen, menstabilkan substrat dasar dan menjernihkan air, produktivitas primer, sumber makanan langsung bagi kebanyakan hewan, habitat beberapa jenis hewan air, dan sebagai substrat bagi organisme makrozoobentos. Produktivitas primer komunitas lamun dapat mencapai 1 kg C/m²/thn, namun dari jumlah tersebut hanya 3% yang dimanfaatkan oleh herbivora, 37% tenggelam ke perairan dan dimanfaatkan oleh bentos, dan 2% mengapung di permukaan serta hilang dari ekosistem (Wirawandi, 2019).

Wilayah pesisir distribusi lamun dapat dibagi kedalam tiga bagian, yaitu estuarine, pantai dangkal atau belakang terumbu karang dan pantai dalam (Short, *et al.*, 2007). Distribusi lamun di perairan pesisir Indonesia secara geografis masuk pada

kelompok distribusi lamun Tropik Indo-pasifik dengan jumlah spesies lamun sebanyak 12 spesies (Short, *et al.*, 2007).

B. Aktivitas yang Dapat Mempengaruhi Pertumbuhan Lamun

Ekosistem lamun merupakan ekosistem dinamis yang apabila terganggu akan mempengaruhi keseimbangan ekosistem tersebut. Gangguan tersebut dapat terjadi dalam bentuk gangguan fisik seperti badai dan pasang surut yang memungkinkan ekosistem lamun terbuka dan kering sehingga dapat mengubah struktur komunitas dan luasan wilayah ekosistem lamun. Gangguan biologis yang disebabkan oleh aktivitas hewan penggali lubang seperti udang, kepiting, berbagai jenis ikan, dan hewan pemakan rumput laut seperti bintang laut, landak laut, dan duyung. Selain pengaruh alam, ekosistem lamun juga rusak akibat ulah manusia, terutama pada pulau resort wisata, pemukiman, dan pulau-pulau yang digunakan untuk penambangan pasir laut. Kondisi sedimen, kecerahan perairan, dan adanya pencemaran berperan sangat penting dalam menentukan komposisi jenis, kerapatan jenis, dan biomassa lamun (Nainggolan, 2011).

Antropogenik merupakan suatu aktivitas yang dilakukan oleh manusia seperti kegiatan domestik (rumah tangga), pertambangan pasir, pengerukan, pembuangan jangkar, baling-baling kapal, dan kegiatan industri. Aktivitas antropogenik ini dapat berpengaruh buruk bagi lingkungan di sekitarnya apalagi jika dibiarkan dalam jangka waktu yang lama (Novitasari, 2018).

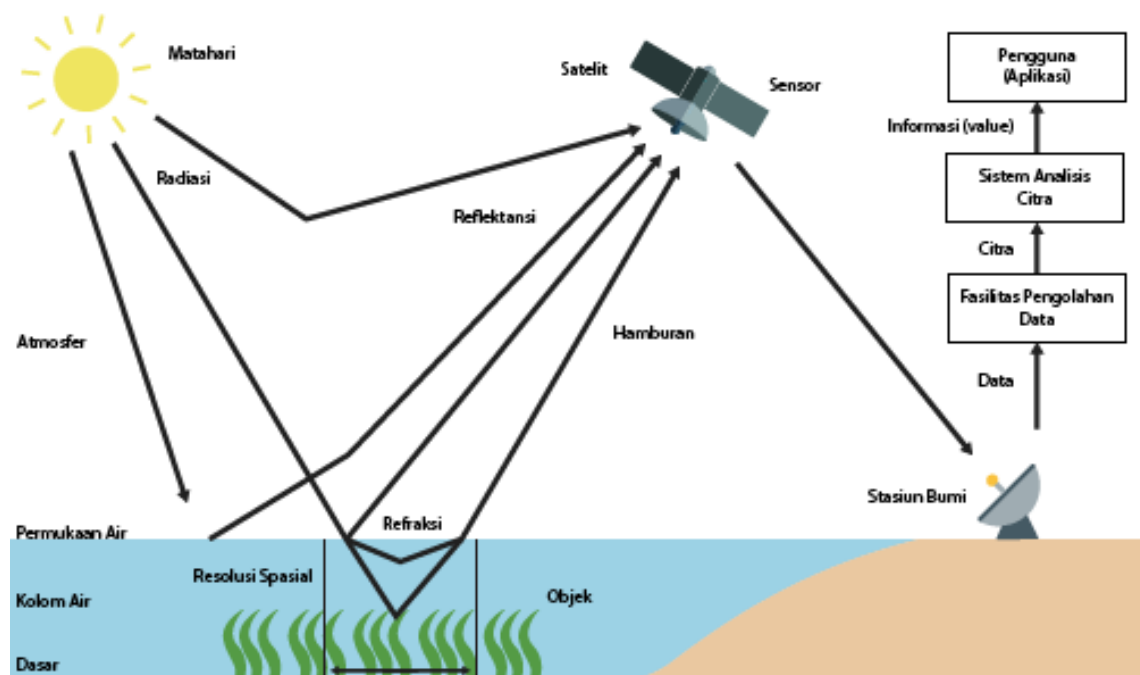
Aktivitas antropogenik di pulau-pulau berpenduduk padat dapat mencemari dan menurunkan kualitas perairan pulau serta mempengaruhi ekosistem lamun. Banyak penduduk pulau membuang limbah rumah tangga mereka ke dalam perairan, yang berdampak serius pada ekosistem di sekitarnya. Demikian pula, dengan bertambahnya jumlah perahu yang digunakan nelayan pada pulau tersebut, secara fisik dapat merusak ekosistem padang lamun yang dilalui jalur perahu (Novitasari, 2018).

C. Penginderaan Jauh

Secara umum penginderaan jauh didefinisikan sebagai ilmu, teknologi, dan seni yang digunakan untuk memperoleh informasi atau data serta mendeteksi atau mengukur objek atau fenomena yang terjadi di permukaan bumi tanpa menyentuh atau terjun langsung pada suatu objek dan memerlukan media berupa kamera untuk menangkap pantulan sinar dan objek itu sendiri. Media berupa kamera tersebut nantinya akan terpasang pada wahana ruang angkasa yang nantinya akan diluncurkan ke luar angkasa dan sering dinamakan dengan satelit (Syah, 2010). Sensor yang digunakan adalah sensor jauh, dimana sensor yang secara fisik berada jauh dari

benda atau objek tersebut. Maka dari itu digunakan sistem pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*). Ilmu tersebut menggambarkan ilmu atau sains yang diperlukan baik dalam konsep, perolehan data maupun pengolahan dan analisis, untuk mendapatkan teknik pelaksanaan pengambilan data yang tepat dan baik (Wirawandi, 2019).

Pemanfaatan penginderaan jauh untuk kelautan sudah cukup luas digunakan, termasuk salah satunya memetakan habitat dasar perairan laut dangkal. Lokasi perairan laut yang sebagian besar sulit untuk dicapai, menyebabkan informasi mengenai keberadaan serta sebaran habitat perairan laut dangkal sulit didapatkan, sehingga dibutuhkan teknologi yang mampu menjawab tantangan tersebut. Penginderaan jauh merupakan teknologi yang mampu menjawab tantangan tersebut, karena data penginderaan jauh mampu mencakup wilayah yang luas serta sulit dijangkau dan mampu disajikan per-waktu (*temporal*), sehingga cukup efisien untuk memetakan suatu wilayah (Prayuda, 2014).



Gambar 1. Alur Kerja Penginderaan Jauh

Sistem kerja penginderaan jauh dimulai dari matahari sebagai sumber energi yang memancarkan energi cahaya ke permukaan bumi, kemudian terjadi interaksi antara energi dipancarkan dengan objek (diserap atau dipantulkan). Sinar tampak yang dipantulkan oleh objek kemudian diterima/direkam oleh sensor satelit. Energi satu piksel (*picture element*) yang ditangkap oleh sensor satelit penginderaan jauh dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain energi refleksi, refraksi, dan hamburan, yang mana porsi radiasi yang dipantulkan, diserap atau diteruskan akan berbeda. Hal

ini tergantung pada kondisi dan jenis bahan/materialnya serta pada panjang gelombang yang disebut dengan spektral.

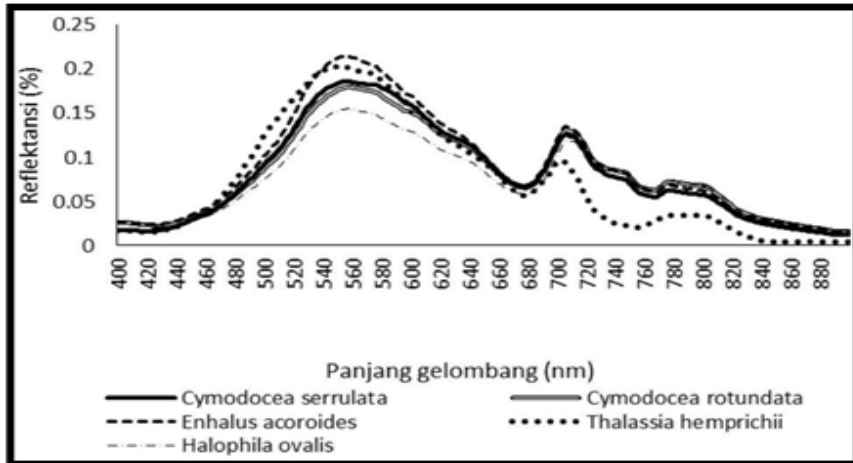
Spektral reflektansi yang direkam tergantung pada reflektansi objek dan kedalaman. Pada cahaya tampak, variasi spektral menghasilkan efek visual yang disebut warna, dan nilai reflektansi sebuah objek dapat dihitung dengan mengukur porsi radiasi yang dipantulkan sebagai fungsi dari panjang gelombang yang disebut reflektansi spektral. Hasil rekaman sensor satelit kemudian diteruskan dan diterima Stasiun Bumi, sehingga menghasilkan sebuah data yang kemudian diolah menjadi citra dan dianalisis hingga menjadi sebuah informasi (peta) (Gambar 1).

1. Pantulan Spektral Lamun

Pendeteksian padang lamun dengan menggunakan citra satelit adalah dengan memanfaatkan nilai reflektansi langsung yang khas dari tiap objek pada dasar perairan yang kemudian direkam oleh sensor. Sinar biru dan hijau merupakan sinar dengan energi terbesar yang dapat direkam oleh satelit untuk penginderaan jauh di laut yang menggunakan spektrum cahaya tampak (400-650 nm). Obyek lamun menyerap energi pada panjang gelombang biru (sekitar 400 nm) dan merah (sekitar 700 nm) digunakan untuk berfotosintesis, serta memantulkan energi pada panjang gelombang hijau (sekitar 500 nm) hal inilah yang menjadi alasan mengapa lamun berwarna hijau. Sedangkan reflektansi sinar tampak pada vegetasi lamun memiliki karakteristik yang berbeda-beda tergantung dari bentuk morfologi dan juga kerapatan dari padang lamun tersebut Lamun yang memiliki densitas tinggi (>80 g/m²) memiliki karakteristik pantulan yang tinggi jika dibandingkan dengan lamun yang memiliki densitas rendah (Green, *et al.*, 2000).

Respons spektral yang ditangkap oleh sensor spektrometer salah satunya adalah reflektansi. Reflektansi merupakan besarnya energi gelombang elektromagnetik yang dipantulkan oleh suatu benda. Apabila pada suatu luasan tertentu terdapat beberapa jenis benda maka masing-masing benda akan memberikan pantulan atau pancaran elektromagnetik yang dapat diterima oleh suatu sensor. Setiap benda pada dasarnya mempunyai struktur partikel yang berbeda, baik mikro maupun makro. Perbedaan struktur ini memengaruhi pola respon elektromagnetiknya. Oleh karena itu, pengenalan atas perbedaan respons elektromagnetik tersebut dapat dijadikan landasan bagi pembedaan objek. Gelombang elektromagnetik terdiri atas sekumpulan pita (band) atau saluran/kanal dengan wilayah julat panjang gelombang yang berbeda-beda. Tiap wilayah elektromagnetik dengan julat panjang gelombang tertentu inilah yang disebut dengan spektrum (jamak spektral). Setiap objek yang sama ternyata mempunyai respon yang relatif serupa pada tiap spektrum maka respons

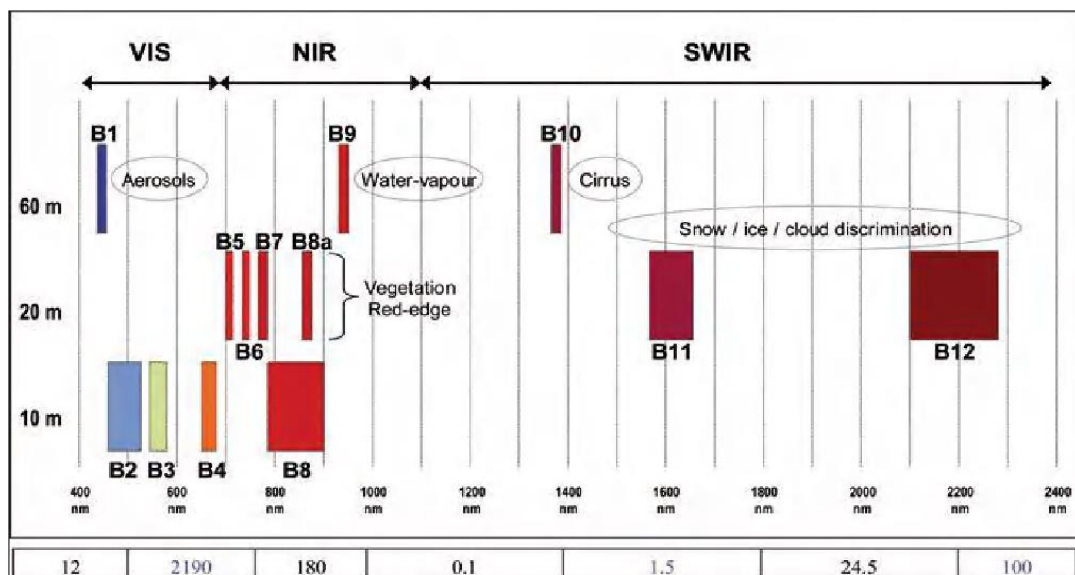
elektromagnetik sering dinyatakan sebagai respon spektral. Kurva pantulan untuk vegetasi hijau yang sehat mempunyai karakter yaitu menyerap gelombang biru (400–500 nm) dan merah (600–700 nm) dan memantulkan gelombang hijau secara radiasi (500–600 nm) dan sangat kuat memantulkan infra merah dekat (700–1300 nm) dan infra merah tengah (1300–2600 nm) (Gambar 2) (Danoedoro, 2012).



Gambar 2. Pola Reflektansi Lima Jenis Lamun (Danoedoro, 2012).

2. Citra Sentinel-2A

Citra Sentinel-2A merupakan citra beresolusi menengah yang diluncurkan pada Juni 2015 dengan resolusi temporal 5 hari dan memiliki resolusi spasial 10 meter. Data citra Sentinel-2A memiliki instrumen multispektral dengan 13 saluran dari spektrum cahaya tampak, inframerah dekat hingga inframerah gelombang pendek. Sentinel-2A memiliki 4 kanal pada resolusi spasial 10 meter, 6 kanal di resolusi spasial 20 meter (empat diantaranya untuk vegetasi) dan 3 kanal pada resolusi spasial 60 meter (Nuraulia, 2020).



Gambar 3. Spektrum Spektral Band pada Citra Sentinel-2A (ESA, 2012).

Sentinel-2A dikembangkan untuk mendukung Pemantauan Lingkungan dan Keamanan Global (GMES); aplikasi darurat dan keamanan; Geoland2; SAFER; dan G-MOSAIC. Citra Sentinel-2A yang menggunakan sistem multispektral resolusi tinggi menjamin rangkaian pengamatan SPOT dan Landsat multispektral yang berkesinambungan dengan memeriksa kembali, cakupan area, pita spektral, lebar petak, radiometri dan kualitas citra geometrik. Sentinel-2A berkontribusi secara signifikan untuk memenuhi persyaratan GMES dalam menyediakan produk informasi untuk operasi darat dan layanan darurat (ESA, 2012).

Instrumen Multispektral Sentinel-2 (MSI) memiliki 13 pita spektral (Tabel 1) yang menjangkau inframerah tampak dan tampak dan inframerah dekat (VNIR) hingga inframerah gelombang pendek (SWIR), dan gambar ini berukuran 10 m dengan 4 pita spektral, Biru Klasik (490 nm); 6 pita pada 20 m, yaitu, 4 pita vegetasi spektral (705 nm, 740 nm, 783 nm, dan 865 nm) dan 2 pita SWIR utama (1.610 nm dan 2190 nm); tiga pita dengan resolusi spasial 60 m untuk koreksi atmosfer dan penyaringan awan (443 nm untuk deteksi aerosol, 945 nm untuk deteksi uap air, 1380 nm untuk deteksi cirrus) (Gambar 3). Konfigurasi ini terpilih sebagai kompromi terbaik dalam hal persyaratan pengguna dan kinerja misi, serta biaya dan risiko, konfigurasi ini juga mengkompensasi rentang spektral tambahan (merah) untuk menilai status vegetasi dan awan cirrus atmosfer. Waktu pengamatan rata-rata per orbit satelit ini adalah 17 menit (European Space Agency, 2012).

Tabel 1. Spektral Tiap Band pada Citra Sentinel-2A

Nomor Band	Panjang Gelombang (nm)	Kategori	Resolusi Spasial (m)	Kegunaan
1	443	<i>Coastal Aerosol</i>	60	Studi pesisir dan aerosol
2	490	<i>Blue</i>	10	Melihat fitur permukaan air/kolom air dangkal, batimetri
3	580	<i>Green</i>	10	Studi vegetasi di laut & di darat, serta sedimen
4	685	<i>Red</i>	10	Membedakan mineral dan tanah (studi geologi)/lereng vegetasi
5	705	<i>Vegetation Red Edge</i>	20	Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi
6	740	<i>Vegetation Red Edge</i>	20	Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi
7	783	<i>Vegetation Red Edge</i>	20	Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi

Lanjutan Tabel 1

Nomor Band	Panjang Gelombang (nm)	Kategori	Resolusi Spasial (m)	Kegunaan
8	842	<i>NIR</i>	10	Studi konten biomassa dan garis pantai
8b	865	<i>Vegetation Red Edge</i>	20	Vegetasi spektral untuk status vegetasi
9	945	<i>Water Vapour</i>	60	Studi deteksi uap air (<i>water vapour</i>)
10	1380	<i>SWIR-Cirrus</i>	60	Studi deteksi kandungan air tanah dan vegetasi
11	1610	<i>SWIR</i>	20	Studi deteksi kandungan air tanah dan vegetasi
12	2190	<i>SWIR</i>	20	Studi deteksi kandungan air tanah dan vegetasi

Sumber: European Space Agency, 2012