

# STUDI PERKEMBANGAN TERUMBU KARANG DI PERAIRAN PULAU PANJANG JEPARA MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-2 DENGAN METODE ALGORITMA LYZENGA

Dika Nuzul Rachmawati<sup>\*)</sup>, Bandi Sasmito, Abdi Sukmono

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788  
Email : dikanuzul@gmail.com

## ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang terletak di wilayah beriklim tropis dan menjadi negara kepulauan terbesar di dunia. Negara ini memiliki ribuan pulau dengan panjang garis pantai ribuan kilometer. Indonesia memiliki ekosistem bawah laut yaitu terumbu karang yang berfungsi sebagai pelindung garis pantai dan pusat bio-diversitas biota laut. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan citra Sentinel-2 dengan algoritma lyzenga. Metode algoritma lyzenga digunakan untuk memetakan material penutup material penutup dasar perairan laut dangkal. Algoritma ini menggunakan prinsip dasar teknik penggabungan informasi beberapa saluran spektral untuk menghasilkan indeks pemisah kedalaman dari material penutup dasar perairan. Berdasarkan hasil pengolahan dan klasifikasi pada tahun 2015 menunjukkan sebaran spasial terumbu karang di perairan Pulau Panjang Jepara yang mendominasi yaitu sebesar 111.700 m<sup>2</sup>, dibandingkan kelas pasir dan kelas substrat. Tahun 2017 menunjukkan sebaran spasial terumbu karang sebesar 72.400 m<sup>2</sup> yang lebih sedikit dibandingkan kelas substrat dan lebih besar dibandingkan kelas pasir. Kelas terumbu karang mengalami penurunan sebesar 39.300 m<sup>2</sup> pada tahun 2015 hingga 2017. Pecahan-pecahan karang akibat terumbu karang yang rusak terdeteksi menjadi kelas substrat, sehingga mengakibatkan kelas pada substrat akan meningkat jika kelas terumbu karang mengalami penurunan.

**Kata Kunci** : Algoritma Lyzenga, Perairan Pulau Panjang Jepara, Sentinel-2, Terumbu Karang

## ABSTRACT

*Indonesia is a country located in a tropical climate and being the largest archipelago in the world. The country has thousands islands with thousands kilometers of coastline. Indonesia has an underwater ecosystem is coral reef that serves as a protective coastline and bio-diversity center for marine biota. The method used in this study is to use the Sentinel-2 image with the lyzenga algorithm. The lyzenga algorithm method used to map the cover material of the base cover material of shallow marine waters. This algorithm uses the basic principle of combining information on several spectral channels to produce a depth-separator index of the base material cover waters. Based on the results of processing and classification in 2015 showed the spatial distribution of coral reefs in Panjang Island Jepara waters that dominated the amount of 111.700 m<sup>2</sup> compared to the sand class and substrate class. In 2017 shows the spatial distribution of coral reefs is 72.400 m<sup>2</sup> less than the substrate class and larger than the sand class. The coral reef class decreased by 39.300 m<sup>2</sup> in 2015 until 2017. Coral fragments because damaged coral reefs were detected to be a class of substrate, resulting in increased grade on the substrate if the coral reef class decreased.*

**Keywords**: Coral Reef, Lyzenga Algorithm, Panjang Island Waters , Sentinel-2

<sup>\*)</sup>Penulis Utama, Penanggung Jawab

## I. Pendahuluan

### I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang terletak di wilayah beriklim tropis menjadi negara kepulauan terbesar di dunia. Negara ini memiliki 13.466 pulau dengan garis pantai sepanjang 99.093 kilometer (*National Geographic Indonesia*, 2013). Indonesia juga memiliki ekosistem bawah laut yaitu terumbu karang yang berfungsi sebagai pelindung garis pantai dan pusat bio-diversitas biota laut.

Terumbu karang merupakan salah satu bagian dari ekosistem bawah laut yang dapat menjadi potensi kekayaan laut diantaranya adalah potensi tempat wisata, sumber makanan bagi biota laut, penyedia lahan dan tempat budidaya berbagai hasil laut. Terumbu karang dapat memberikan nilai ekonomi tinggi apabila dikelola dengan baik. Pengembangan dalam pemanfaatan dan pengelolaan laut dan pesisir membutuhkan informasi spasial mengenai sebaran terumbu karang.

Menurut Giyanto dkk (2017) disebutkan bahwa luas total terumbu karang di Indonesia adalah 2,5 juta hektar. Terumbu karang mengalami perubahan sangat dinamis dari waktu ke waktu yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan aktivitas manusia. Kondisi kerentanan terumbu karang terhadap kerusakan mengharuskan perlakuan yang ekstra hati-hati dalam pemanfaatan terumbu karang. Terumbu karang yang mengalami kematian atau kerusakan akan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk pulih kembali bahkan beberapa jenis terumbu karang membutuhkan waktu  $\pm 1$  tahun untuk mencapai panjang 1 cm (Rauf dan M. Yusuf, 2004).

Berdasarkan data milik Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI yang terkumpul di masing-masing stasiun penelitian yang diperoleh dari 1.064 stasiun di 108 lokasi yang tersebar di seluruh perairan Indonesia menunjukkan sebesar 6,39% atau sebesar 68 stasiun terumbu karang dalam kondisi sangat baik. Sebesar 23,40% atau sebesar 249 stasiun terumbu karang dalam kondisi baik. Sebesar 35,06% atau sebesar 373 stasiun terumbu karang dalam kondisi cukup dan sebesar 35,15% atau 374 stasiun terumbu karang dalam kondisi buruk.

Satu dari wilayah perairan Indonesia yang mengalami kerusakan terumbu karang adalah wilayah perairan Jepara. Perairan Jepara memiliki 5 stasiun pemantau, 1 stasiun menunjukkan kondisi terumbu karang yang cukup baik dan 4 stasiun menunjukkan kondisi buruk. Pulau Panjang merupakan salah satu pulau yang berada di Kabupaten Jepara Provinsi Jawa Tengah. Pulau Panjang memiliki luas 19 ha dan berjarak 1,5 mil laut dari Pantai Kartini (Winda, 2017). Pulau Panjang telah menjadi salah satu wilayah konservasi (Ma'arif, 2017). Upaya untuk mengetahui perkembangan konservasi terumbu karang tersebut dapat dilakukan menggunakan teknologi penginderaan jauh.

Penelitian ini menggunakan metodologi penginderaan jauh untuk mengetahui persebaran spasial

terumbu karang pada tahun 2015 dan 2017 menggunakan Algoritma Lyzenga dengan data Citra Sentinel-2. Pemilihan tahun 2015 dan 2017 dikarenakan pada tahun 2015 terjadi fenomena naiknya suhu permukaan laut Samudera Pasifik (*El Nino*) yang menguat sepanjang 2015 dan berdampak pada wilayah Jawa (Suara Pembaruan, 2015). Sedangkan pada tahun 2017 berdasarkan hasil monitoring kondisi *El Nino* cenderung netral (Republika, 2017). Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui perkembangan sebaran terumbu karang tahun 2015 hingga tahun 2017, apakah terdapat perbedaan yang signifikan atau tidak.

### I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana persebaran spasial terumbu karang di perairan Pulau Panjang pada tahun 2015 dan 2017 ?
2. Bagaimana perkembangan sebaran terumbu karang tahun 2015 hingga tahun 2017 menggunakan Citra Sentinel-2 ?

### I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui persebaran spasial terumbu karang di perairan Pulau Panjang pada tahun 2015 dan 2017.
2. Mengetahui perkembangan sebaran terumbu karang tahun 2015 hingga tahun 2017 menggunakan Citra Sentinel-2.

### I.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah :

1. Lokasi penelitian adalah perairan Pulau Panjang, wilayah Kabupaten Jepara Provinsi Jawa Tengah yang berada pada koordinat  $6^{\circ}33'51,47''\text{LS}$  hingga  $6^{\circ}35'16,52''\text{LS}$  dan  $110^{\circ}37'0,26''\text{BT}$  hingga  $110^{\circ}38'19''\text{BT}$  Zona 49S UTM.
2. Aplikasi penginderaan jauh yang dipakai adalah pengolahan Citra Sentinel-2 dengan Algoritma Lyzenga yang difokuskan pada akuisisi tahun 2015 dan 2017 yang pada setiap tahunnya diambil bulan Oktober.
3. Penelitian hanya dilakukan di perairan dangkal yang terdapat terumbu karang.

## II. Tinjauan Pustaka

### II.1 Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan ekosistem laut yang dibangun oleh biota laut penghasil kapur, terutama oleh hewan karang yang bekerjasama dengan biota lain yang hidup di dasar laut atau kolom air. Hewan karang yang merupakan penyusun utama terumbu karang, terdiri dari polip dan skeleton. Polip merupakan bagian yang lunak, sedangkan skeleton merupakan bagian yang keras. Bagian polip terdapat tentakel (tangan-tangan) untuk menangkap plankton sebagai sumber makanannya. Setiap polip karang mengsekresikan zat kapur  $\text{CaCO}_3$  yang membentuk kerangka skeleton karang (Giyanto dkk, 2017).

**II.2 Algoritma Lyzenga**

Algoritma lyzenga atau yang disebut juga *Depth Invariant Index* (DII) merupakan algoritma yang diterapkan pada citra untuk koreksi kolom perairan. Prinsip metode ini menggunakan kombinasi kanal sinar tampak citra satelit. Teknik ini diuji coba pada perairan Bahama dimana perairan tersebut merupakan perairan yang jernih. Teknik ini sebelumnya digambarkan untuk mengetahui kondisi dasar perairan dengan menggunakan citra Landsat berdasarkan nilai pantulan dasar perairan yang diduga dari fungsi linier reflektansi dasar perairan dan fungsi eksponensial kedalaman air (Lyzenga, 1981 dalam Thalib, 2017). Dalam penelitian ini algoritma lyzenga yang digunakan adalah algoritma Lyzenga Wouthuyzen 2001 (Suhana, 2015) :

$$Y = (\ln Li) + \left(\frac{ki}{kj} \times \ln Lj\right) \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

Li = nilai reflektan kanal biru

Lj = nilai reflektan kanal hijau

ki/kj = rasio koefisien atenuasi kanal biru dan hijau

**II.3 Sentinel-2**

Sentinel-2 merupakan misi pencitraan dari Eropa yang memiliki kanal multi-spektral dan resolusi tinggi. Sentinel-2 akan membawa muatan instrumen optik yang akan mengambil sampel 13 kanal spektral yang terdiri dari : empat kanal pada resolusi 10 m, enam kanal pada resolusi 20 m dan tiga kanal beresolusi spasial 60 m, sedangkan orbital lebar *swath* mencapai 290 km (ESA, 2015). Resolusi spasial kanal pada citra Sentinel-2 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Resolusi spasial kanal pada citra Sentinel-2

Band number	Central wavelength (nm)	Bandwidth (nm)	Resolusi (m)
2 - Blue	490	65	10
3 - Green	560	25	10
4 - Red	665	30	10
8 - NIR	842	115	10
5 - Vegetation Red Edge	705	15	20
6 - Vegetation Red Edge	740	15	20
7 - Vegetation Red Edge	783	20	20
8A - Vegetation Red Edge	865	20	20
11 - SWIR	1610	90	20
12 - SWIR	2190	180	20
1 - Coastal Aerosol	443	20	60
9 - Water Vapour	945	20	60
10 - SWIR - Cirrus	1375	30	60

**II.4 Koreksi Atmosfer Dark Object Substraction**

DOS (*Dark Object Substraction*) merupakan koreksi absolut dimana nilai reflektan pada satelit dikonversikan menjadi nilai reflektan permukaan (*surface reflectan*) dengan asumsi bahwa terdapat objek gelap yang mempunyai nilai pantulan mendekati 0, misalnya air jernih dalam dan hutan lebat (Fibriawati, 2016). Menurut Ardiansyah (2015) prinsip utama pada metode ini adalah memperbaiki nilai radiometrik (*pixelvalue*) pada citra karena pengaruh atmosfer). Jika tidak terdapat atmosfer maka objek yang gelap atau biasanya berupa air dan bayangan awan seharusnya

memiliki nilai piksel 0, apabila objek tersebut tidak bernilai 0 maka objek tersebut adalah bias.

**II.5 Density Slice**

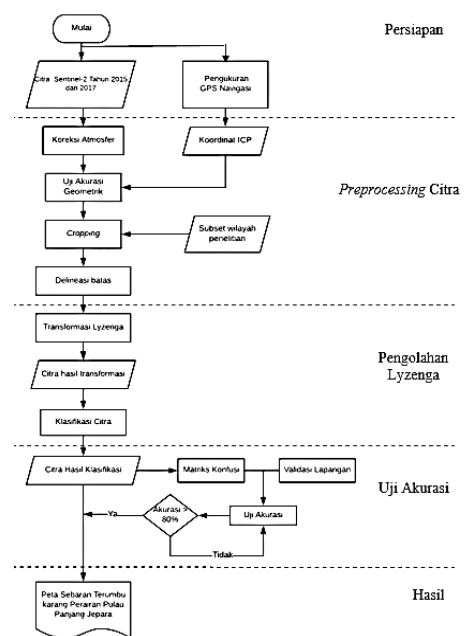
Merurut *GIS Dictionary* (2018) *Density slice* merupakan teknik yang biasanya diterapkan pada gambar monokrom *single-band* untuk menyoroti area yang nampak seragam dalam nada. Nilai skala abu-abu (0-255) diubah menjadi serangkaian interval, atau irisan, dan warna berbeda ditetapkan untuk setiap irisan. *Density slice* sering digunakan untuk menyoroti variasi dalam vegetasi. *Density Slicing* menekankan pada pencarian atau pengenalan obyek dari histogram kumpulan piksel. Metode pencarian yang dapat dijadikan patokan adalah pencarian bentuk sebaran tunggal dari sebuah histogram. Walaupun teknik ini belum banyak diuji potensinya, bentuk sebaran tunggal dapat diyakini merupakan representasi suatu obyek yang khas (Sedana, 2016).

**II.6 Matriks konfusi**

Matriks konfusi atau biasa disebut dengan matriks kesalahan membandingkan antar basis kategori, hubungan antara data referensi yang diketahui (*ground truth*) dan hasil dari klasifikasi otomatis. Matriks konfusi berbentuk *square* dengan angka pada baris dan kolom sama dengan angka pada kategori tingkat akurasi klasifikasi yang akan dinilai (Lillesand dan Kiefer, 2007). Matriks Konfusi (*Confusion Matrix*) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja suatu metode klasifikasi. Dasar matriks konfusi mengandung informasi yang membandingkan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem dengan hasil klasifikasi yang seharusnya (Solichin, 2017).

**III. Metodologi Penelitian**

**III.1 Diagram Alir Penelitian**



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### III.2 Persiapan

Tahapan persiapan merupakan tahapan awal yang dilakukan pada penelitian. Tahapan persiapan perlu dilakukan agar penelitian dapat berjalan dengan baik. Tahapan persiapan terdiri dari studi literatur, persiapan alat dan data serta perencanaan sebaran titik *Independent Check Point* (ICP).

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur yaitu studi yang bersumber dari buku, jurnal, penelitian terdahulu dan internet yang bertujuan untuk memahami materi yang akan diteliti.

#### 2. Persiapan Alat dan Data

Setelah melakukan tahapan studi literatur, dilakukan tahapan persiapan alat dan data. Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

Perangkat lunak :

- 1.) *Software* Quantum GIS untuk koreksi atmosfer citra
- 2.) *Software* ENVI digunakan untuk melakukan pengolahan Lyzenga
- 3.) *Software* Microsoft Office untuk penghitungan ki/kj (koefisien atenuasi) dan pembuatan laporan
- 4.) *Software* Arc.GIS 10.4 sebagai aplikasi untuk membuat layout peta.

Perangkat keras :

- 1.) Laptop
 

Sistem Operasi	: Microsoft Windows 8.1 64-bit
RAM	: 4 GB
Processor	: AMD A10-7300RadeonR6. 10 Compute cores 4C+6G
Hardisk	: 1 Tera
- 2.) GPS *Handheld* untuk mengambil koordinat validasi data di lapangan.

Sedangkan untuk data yang digunakan Penelitian ini adalah Citra Sentinel-2 akuisisi tahun 2015 dan 2017 bulan Oktober yang dapat diunduh pada <http://scihub.copernicus.eu/>.

#### 3. Perencanaan Sebaran Titik *Independent Check Point* (ICP)

### III.3 Pra-Pengolahan Citra

Tahap pra-pengolahan citra terdiri dari koreksi atmosfer citra, uji akurasi geometrik, *cropping*, dan deliniasi batas. Proses koreksi atmosfer citra pada penelitian ini menggunakan metode *Dark Of Substraction* (DOS) dengan menggunakan QGIS 2.18.9 "Las Palmas". Tahap uji akurasi geometrik menggunakan jumlah titik uji akurasi atau *Independent Control Point* (ICP) sebanyak 15 titik ICP. Hal ini mengacu pada standar yang telah diberikan oleh Badan Informasi Geospasial. Dimana luasan area AOI citra satelit sebesar 190.000 m<sup>2</sup> sehingga titik yang disyaratkan minimal sebesar 12 titik ICP. Proses *cropping* citra atau pemotongan citra ini dilakukan untuk memotong citra satelit agar sesuai dengan area penelitian dan mengurangi besarnya data sehingga pada saat pengolahan kinerja software menjadi cepat. Tahap deliniasi bertujuan untuk memisahkan daerah daratan dengan daerah perairan. Deliniasi batas yang

digunakan pada penelitian ini terdiri dari 2 macam yaitu deliniasi batas laut dan deliniasi batas darat.

### III.4 Pengolahan Lyzenga

Pada tahap pra-pengolahan citra terdiri dari pemilihan sampel pasir, perhitungan koefisien atenuasi dan klasifikasi citra. Pemilihan sampel pasir dilakukan dengan kedalaman yang berbeda-beda menggunakan ROI dan menyimpannya dalam format ASCII. Data sampel pasir akan digunakan sebagai dasar perhitungan nilai varian, kovarian, a dan koefisien atenuasi pada setiap kanal untuk digunakan dalam algoritma lyzenga. Klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan *density slice*.

### III.5 Uji Akurasi

Penilaian akurasi klasifikasi dilakukan dengan matriks konfusi dan data lapangan. Data lapangan diperoleh dengan cara survei lapangan menggunakan GPS *handheld*. Penentuan titik sampel pada survei lapangan menurut Kawamuna (2017) secara umum jumlah minimum sampel untuk skala 1:25.000 adalah 50 sampel. Pada penelitian ini menggunakan metode *Stratified Random Sampling* dengan total sampel adalah 65 titik.

## IV. Hasil dan Pembahasan

### IV.1 Hasil Pra-Pengolahan Citra

#### IV.1.1 Hasil Koreksi Atmosfer Citra

Citra yang belum dikoreksi memiliki nilai maksimum ribuan sedangkan setelah dikoreksi memiliki nilai data kurang dari 1. Nilai *reflectance* dari masing-masing kanal tersebut memenuhi kesalahan koreksi radiometrik karena nilai reflektan berada pada nilai 0 - 1. Nilai *reflectance* dari masing-masing *band* tersebut dikatakan memenuhi kesalahan koreksi radiometrik karena nilai reflektan berada pada nilai 0 - 1.

#### IV.1.2 Hasil Uji Akurasi Geometrik

Berdasarkan hasil uji akurasi didapatkan nilai RMSEr sebesar 6,831 dengan tingkat kepercayaan 90%. Dengan mengacu pada standar UN NMAS dimana:

$$CE90 = 1,575 \times RMSEr \dots \dots \dots (2)$$

$$LE90 = 1,6499 \times RMSEz \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

RMSEr : *Root Mean Square Error* pada posisi x dan y (horizontal)

RMSEz : *Root Mean Square Error* pada posisi z (vertikal)

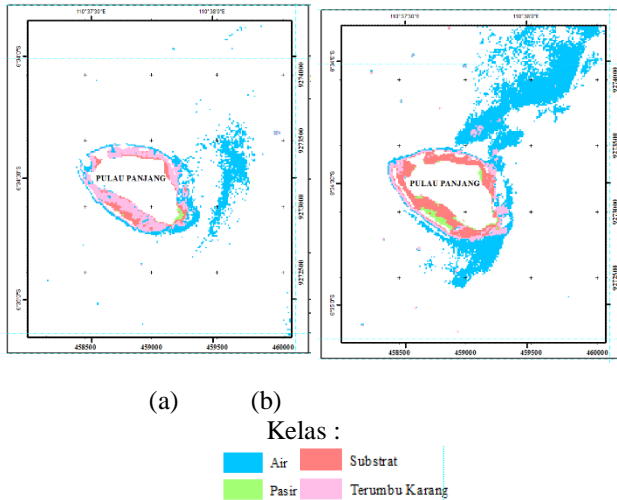
CE90 : *Circular Error* 90 (posisi horizontal)

LE90 : *Linier Error* 90 (posisi vertikal)

Perhitungan CE90 standar UN NMAS menghasilkan akurasi horizontal citra sebesar 10,759 m. Berdasarkan PERKA BIG Nomor 15 Tahun 2014 nilai akurasi horizontal tersebut memenuhi kategori standar peta RBI skala 1:25.000 kelas ke 3.

**IV.2 Hasil Pengolahan Lyzenga**

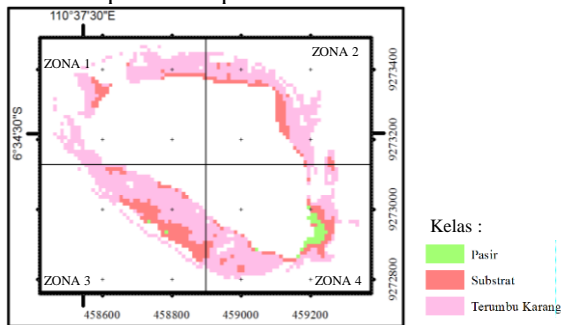
Hasil dari pengolahan lyzenga kemudian dilakukan klasifikasi. Klasifikasi bertujuan untuk mengelaskan objek-objek yang sejenis. Penelitian ini menggunakan klasifikasi *density slice*. *Density slice* menurut Guntur (2012) warna *seagreen* menunjukkan pasir, warna *magenta* menunjukkan terumbu karang, warna *maroon* menunjukkan air dan warna *cyan* menunjukkan air.



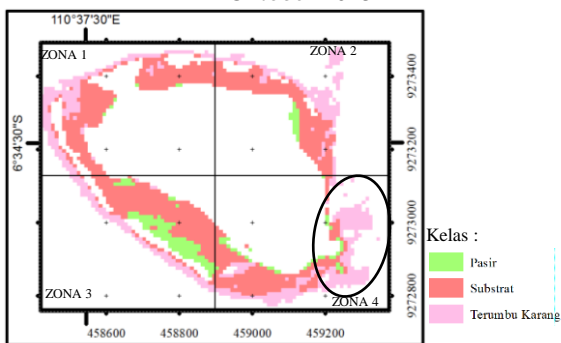
Gambar 2. (a) Hasil klasifikasi *density slice* Citra Oktober 2015 dan (b) Hasil klasifikasi *density slice* Citra Oktober 2017

**IV.2.1.2 Perbedaan Sebaran Terumbu Karang**

Wilayah studi akan dibagi menjadi 4 bagian agar memudahkan dalam proses analisis perbedaan sebaran spasial terumbu karang. Pembagian wilayah tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Pembagian zona pada wilayah studi Citra Oktober 2015



Gambar 4. Pembagian zona pada wilayah studi Citra Oktober 2017

**1. Zona 1**

Zona 1 terletak pada koordinat 458.420 m hingga 458.899 m dan 9.273.125 m hingga 9.273.489 m sistem koordinat UTM zona 49S. Perbedaan visual zona 1 dapat dilihat pada Gambar 3 zona 1 dan Gambar 4 zona 1. Zona 1 tahun 2015 menunjukkan komposisi substrat yang disimbolkan dengan warna *coral* lebih sedikit dibandingkan tahun 2017. Hal ini disebabkan karena wilayah ini berhadapan dengan laut lepas (Laut Jawa) sehingga memungkinkan terumbu karang di wilayah tersebut akan terhantam ombak yang datang dari laut lepas yang tentunya memiliki kekuatan lebih besar. Terumbu karang yang rusak apabila pecah maka akan berubah menjadi substrat berupa pecahan karang. Bagian tubir menunjukkan penambahan kelas terumbu karang. Hal ini disebabkan karena pada bagian tubir berjarak cukup jauh dari bagian pantai dan memiliki kedalaman yang lebih daripada bagian rata-ran terumbu dengan kedalaman 4 meter sehingga tidak terpengaruh lalu lintas dan tambatan kapal (Ruswahyuni dkk, 2013).

**2. Zona 2**

Zona 2 terletak pada koordinat 458.899 m hingga 459.370 m dan 9.273.125 m hingga 9.273.489 m sistem koordinat UTM zona 49S. Perbedaan visual zona 1 dapat dilihat pada Gambar 3 zona 2 dan Gambar 4 zona 2. Penurunan terumbu karang terjadi di zona 2 dan seperti zona 1 pada zona 2 bagian tubir menunjukkan penambahan kelas terumbu karang. Citra tahun 2015 pada wilayah ini masih menunjukkan kondisi perairan yang di dominasi oleh terumbu karang, sedangkan pada tahun 2017 wilayah ini sudah di dominasi oleh substrat. Hal ini disebabkan karena pada wilayah perairan Utara Pulau Panjang di hadapkan dengan Laut Jawa sehingga sangat mungkin apabila terumbu karang di wilayah tersebut dapat rusak karena serangan ombak. Wilayah Timur Pulau Panjang merupakan wilayah yang berhadapan dengan daratan Pulau Jawa sehingga daerah ini sangat mungkin terkena sedimen dari sungai-sungai yang berasal dari Pulau Jawa apabila arus mengalir dari daratan Pulau Jawa ke laut lepas atau dari Barat ke Timur (dapat dilihat pada Gambar 11). Hal tersebut diperkuat dengan penelitian Suryono (2017) yang menyatakan bahwa Perairan Pulau Panjang Jepara selalu mendapatkan sumbangan sedimen tersuspensi pada saat hujan yang berasal dari sungai-sungai dari daratan Pulau Jawa yang bermuara ke perairan Jepara dan berpotensi mengancam kelestarian terumbu karang.

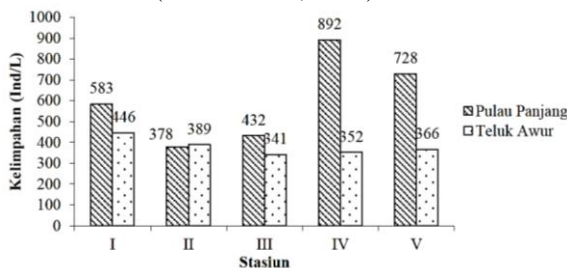
3. Zona 3

Zona 3 terletak pada koordinat 458.420 m hingga 458.899 m dan 9.272.764 m hingga 9.273.125 m sistem koordinat UTM zona 49S. Perbedaan visual zona 1 dapat dilihat pada Gambar 3 zona 3 dan Gambar 4 zona 3. Seperti zona 1 dan zona 2, pada zona 3 bagian tubir menunjukkan penambahan kelas terumbu karang namun pada bagian rata-ran terumbu terlihat berkurang. Zona 3 Pulau Panjang pada citra tahun 2015 terlihat kenampakan terumbu karang yang disimbolkan warna *Magenta* masih sangat padat, sedangkan pada citra tahun 2017 pada zona 3 Pulau terlihat warna *maroon* (yang menyimbolkan substrat) dan warna *green* (yang menyimbolkan pasir) sangat mendominasi. Hal tersebut mengindikasikan terjadinya kerusakan ekosistem terumbu karang yang cukup parah pada zona 3 Pulau Panjang.

Kerusakan terumbu karang pada zona 3 tersebut diduga karena pada zona ini merupakan wilayah yang sering digunakan nelayan untuk memancing ikan. Berdasarkan penelitian Patmawati (2018) perairan pada stasiun IV yang terdapat pada zona 3 tersebut memiliki kandungan *zooplankton* paling besar yang ditunjukkan Gambar 5 dan Gambar 6 dimana *zooplankton* merupakan pakan alami, sehingga pada zona 3 terdapat kelimpakan ikan yang besar.



Gambar 5. Stasiun pengamatan Zooplankton (Patmawati R, 2018)



Gambar 6. Kelimpahan zooplankton (Patmawati R, 2018)

Berdasarkan keterangan dari responden disebutkan bahwa masih ada nelayan yang menggunakan alat tangkap cantrang meski ukurannya lebih kecil dan menggunakan jaring besar dengan pemberat. Penggunaan cantrang dan jaring besar dengan pemberat untuk memancing akan merusak terumbu karang karena ikan-ikan kecil, terumbu karang dan sedimen dasar akan ikut terangkat.

4. Zona 4

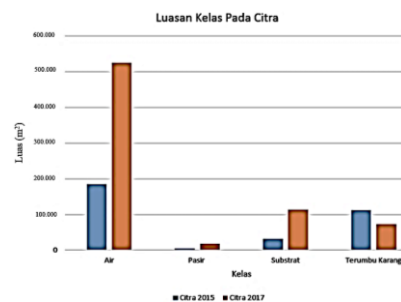
Zona 4 merupakan bagian Timur-Tenggara-Selatan pada Pulau Panjang yang terletak pada koordinat 458.899 m hingga 459.370 m dan 9.272.764 m hingga 9.273.125 m sistem koordinat UTM zona 49S. Perbedaan visual zona 1 dapat dilihat pada Gambar 3 zona 4 dan Gambar 4 zona 4. Perbedaan sebaran terumbu karang tahun 2015 dan 2017 zona 4 Pulau Panjang. Gambar tersebut menunjukkan bahwa populasi terumbu karang pada tahun 2017 (diperjelas dengan lingkaran hitam) dapat mengalami pertambahan, hal ini dapat terjadi dikarenakan wilayah ini terlindungi dari gelombang laut, dimana wilayah ini terletak diantara 2 dermaga sehingga mengakibatkan kondisi wilayah ini relatif tenang dan tidak terganggu lalu lintas kapal.

IV.2.1.3 Perubahan Luasan Terumbu Karang

Secara keseluruhan terumbu karang yang berada di perairan Pulau Panjang telah mengalami penurunan hal ini dapat dibuktikan dengan hasil perhitungan luas terumbu karang dan kelas lainnya pada tabel 2 dan Gambar 7.

Tabel 2. Perubahan luasan air, pasir, substrat dan terumbu karang hasil pengolahan citra

No	Jenis	Luas (m <sup>2</sup> )		Selisih (m <sup>2</sup> )
		Citra 2015	Citra 2017	
1	Air	185.400	525.000	339.600
2	Pasir	3.700	17.700	14.000
3	Substrat	32.300	113.100	80.800
4	Terumbu Karang	111.700	72.400	-39.300



Gambar 7. Grafik perubahan luasan pada kelas

Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat bahwa komposisi air, pasir dan substrat mengalami kenaikan seiring dengan penurunan terumbu karang. Penurunan terumbu karang berdasarkan tabel 2 sebesar 39.300 m<sup>2</sup> yang berarti hanya dalam waktu 2 tahun saja terumbu karang di Pulau Panjang sudah berkurang sebesar 35,1835%. Penurunan terumbu karang di perairan Pulau Panjang disebabkan karena beberapa faktor diantaranya :

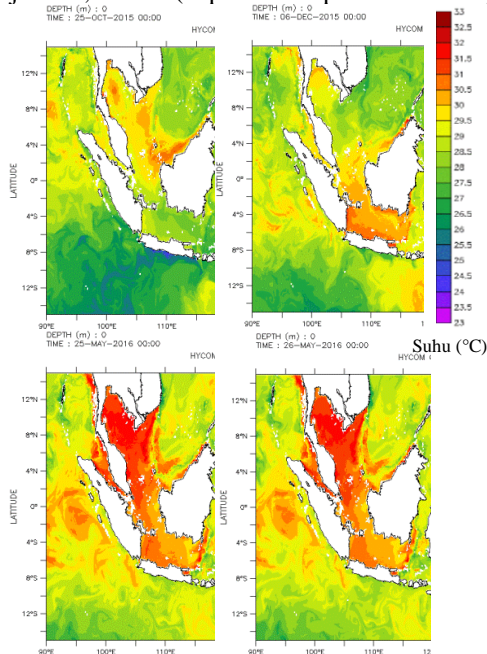
1. Faktor Alam

Faktor alam yang mempengaruhi kerusakan terumbu karang diantaranya :

1.) Suhu

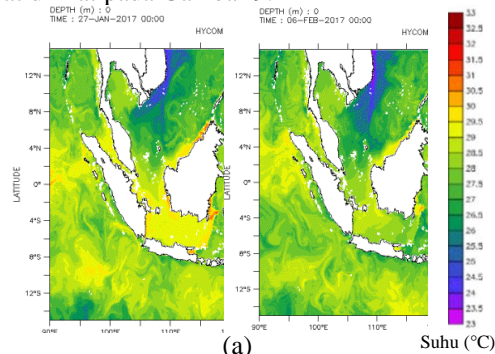
Suhu merupakan salah satu faktor dalam kelangsungan hidup terumbu karang. Suhu optimal untuk pertumbuhan hewan karang adalah 26-28°C (Birkeland, 1997 dalam Ruswahyuni dan Pujiono,

2009). Peningkatan suhu yang terjadi secara terus menerus mengakibatkan terumbu karang berpotensi mengalami *bleaching* (pemutihan karang) dimana terumbu karang tersebut bisa mati apabila tidak dapat bertahan. Berdasarkan data *Sea Surface Temperature* (SST) milik Pusat Riset Kelautan menunjukkan bahwa terdapat peningkatan nilai SST pada akhir tahun 2015 hingga tahun 2016. Wilayah penelitian memiliki nilai SST pada bulan Oktober tahun 2015 sebesar 28,5-29°C kemudian meningkat cukup tinggi pada bulan Desember 2015 dan bulan Mei tahun 2016 menjadi 30,5-31°C (dapat dilihat pada Gambar 8).

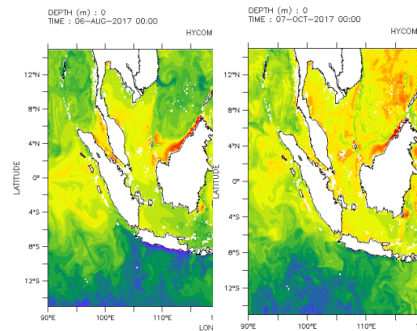


Gambar 8. Perbedaan nilai SST pada tahun 2015 dan 2016 (Pusat Riset Kelautan, 2018)

Gambar 8 menunjukkan suhu yang cukup tinggi pada bulan Desember 2015 dan bulan Mei 2016 dimana perubahan suhu dapat mengakibatkan *bleaching* pada terumbu karang. Peningkatan SST tersebut relevan dengan efek *el-nino* yang terjadi di Indonesia. Efek dari *el-nino* diduga juga turut menyumbang kerusakan terumbu karang di Pulau Panjang karena *el-nino* di Indonesia berdampak pada daerah Jawa terjadi tahun 2015 dan baru netral pada tahun 2017. Netralnya *el-nino* dapat dibuktikan dengan nilai SST yang berangsur turun pada tahun 2017 pada wilayah penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 9.



(a)

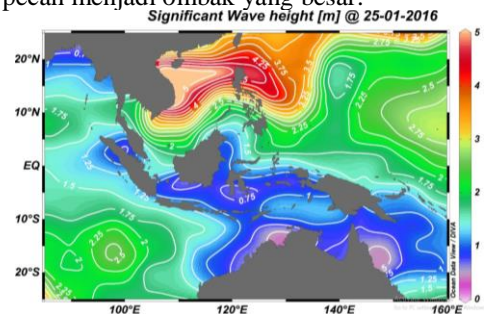


(b)

Gambar 9. Contoh nilai SST tahun 2017 (Pusat Riset Kelautan, 2018)

2.) Ombak

Ombak merupakan faktor alam yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup terumbu karang. Ombak yang terlalu besar dapat meruntuhkan objek yang dilaluinya misalnya terumbu karang. Gambar 10 menunjukkan gelombang yang terjadi pada bulan Januari 2016 dimana di wilayah penelitian ketinggian gelombang diatas 1 meter. Gelombang yang tinggi di lautan saat akan sampai ke daratan akan berubah atau pecah menjadi ombak yang besar.



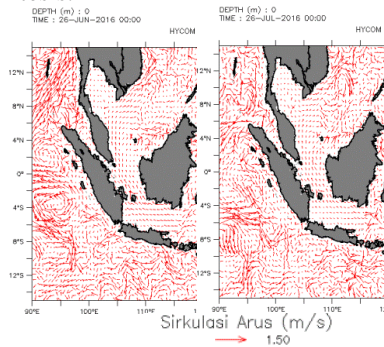
Gambar 10. Tinggi gelombang (Pusat Riset Kelautan, 2018)

Kerusakan terumbu karang di wilayah penelitian akibat faktor ombak ini diperkuat dengan keterangan dari responden yang menyebutkan bahwa faktor alam yang mempengaruhi kerusakan terumbu karang dikarenakan ombak pada musim penghujan (Desember-Maret) yang menghantam terumbu karang mengakibatkan karang rapuh dan menjadi rusak. Hal tersebut relevan dengan Suryono (2017) yang menyebutkan bahwa kerusakan karang di Pulau Panjang diduga diakibatkan oleh aktivitas gelombang musim barat. Angin Musim barat berlangsung bulan Desember hingga Mei akan mempengaruhi arus laut (Gambar 12).

3.) Arus

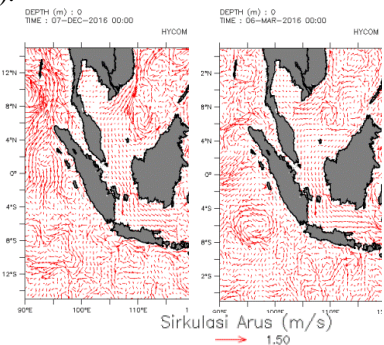
Arus dapat berperan sebagai faktor positif maupun negatif. Arus akan menjadi faktor positif apabila arus mengandung nutrisi bagi kelangsungan hidup terumbu karang. Arus juga dapat berpotensi menjadi faktor negatif apabila arus yang mengalir membawa sedimen, karena sedimen yang terbawa arus akan menempel dan melekat serta menutupi terumbu karang sehingga karang akan kesulitan untuk mendapatkan nutrisi

dan mendapatkan cahaya matahari untuk proses fotosintesis.



Gambar 11. Sirkulasi arus bulan Juni dan Juli (Pusat Riset Kelautan, 2018)

Gambar 11 menunjukkan pola arus yang terjadi di wilayah penelitian. Arus yang terbentuk pada wilayah penelitian menunjukkan arus bulan Juni dan Juli yang berasal dari daratan Pulau Jawa menuju ke laut lepas. Arus yang berasal dari daratan Pulau Jawa akan mengandung sedimen. Arus tersebut dipengaruhi oleh Angin Musim Timur yang akan berlangsung bulan Juni hingga bulan November. Perairan Pulau Panjang Jepara selalu mendapatkan sumbangan sedimen tersuspensi pada saat hujan yang berasal dari sungai-sungai dari daratan Pulau Jawa yang bermuara ke perairan Jepara dan berpotensi mengancam kelestarian terumbu karang (Munasik dkk, 2000; Indarjo dkk, 2004 dalam Suryono dkk, 2017).



Gambar 12. Sirkulasi arus bulan Desember dan Maret (Pusat Riset Kelautan, 2018)

Gambar 12 menunjukkan arus laut pada Musim Barat dimana akan berlangsung pada bulan Desember hingga bulan Mei.

4.) Surut Terendah

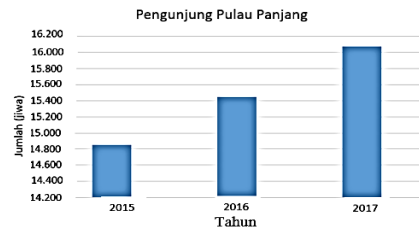
Kerusakan daratan terumbu karang pada dataran dangkal disebabkan karena koloni terpapar udara sewaktu surut terendah (Munasik, unpublished data dalam Suryono, 2017). Hal ini dikarenakan koloni yang terpapar udara akan terkena cahaya matahari secara langsung sehingga mengakibatkan terumbu karang menjadi rusak.

2. Faktor Manusia

1.) Tempat wisata

Pulau Panjang merupakan salah satu ikon wisata di Kabupaten Jepara. Berdasarkan data milik Direktori Pulau-Pulau Kecil Indonesia,

menunjukkan peningkatan pengunjung di Pulau Panjang tahun 2015-2017 yang dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik pengunjung Pulau Panjang (Direktori Pulau-Pulau Kecil Indonesia, 2018) Peningkatan wisatawan yang datang berkunjung ke Pulau Panjang turut menyumbang kerusakan terumbu karang. Aktivitas kapal wisata dan berenang dengan menginjak-injak karang dapat memicu terbentuknya pecahan karang dan karang sulit tumbuh.

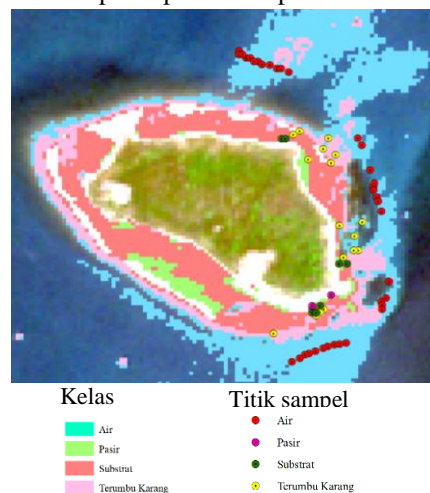
2.) Memancing

Pemancingan ikan yang dilakukan di Pulau Panjang masih kurang memperhatikan kelestarian alam. Penggunaan teknik nyobok dimana pemancing akan ikut berendam di air hingga mendekati target (ikan) yang memungkinkan para pemancing harus berjalan diatas substrat atau bahkan melewati terumbu karang di bawahnya akan merusak karang. Selain itu, berdasarkan hasil wawancara dengan responden disebutkan bahwa masih banyak nelayan yang mencari ikan menggunakan alat tangkap sejenis cantrang yang ukurannya agak kecil dan menggunakan jarring besar dengan pemberat yang mengakibatkan ikan, karang dan sedimen di dasar laut ikut terangkat.

IV.3 Hasil Uji Akurasi

IV.3.1 Pemilihan sampel data lapangan

Pemilihan sampel pada penelitian ini menggunakan metode Stratified Random Sampling dengan jumlah titik sampel adalah 65 titik dengan sebaran titik sampel dapat dilihat pada Gambar 14.






Gambar 14. Sebaran titik sampel lapangan

Contoh dari pengambilan titik sampel di lapangan dapat dilihat pada tabel 3.



Tabel 3. Contoh titik sampel lapangan

No	Koordinat UTM		Jenis Kelas	Kondisi Lapangan
	X (m)	Y (m)		
1	459.19 0,619	9.273.28 9,404	Terumbu Karang	
2	459.04 1,016	9.272.79 9,111	Terumbu Karang	
3	459.07 1,693	9.273.35 7,799	Substrat	

**IV.3.2 Matriks Konfusi**

Nilai *overall accuracy* (akurasi keseluruhan) merupakan perbandingan jumlah total piksel yang diklasifikasikan dengan benar terhadap total piksel observasi menunjukkan tingkat kebenaran citra hasil klasifikasi. Sedangkan Kappa digunakan karena memperhitungkan semua elemen dalam matriks kesalahan yang telah dibuat.

Tabel 4. Hasil dari *overall accuracy* dan *kappa coefficient* citra

Citra	<i>overall accuracy</i>	<i>Kappa Coefficient</i>
Tahun 2017	93,8462%	0,8997

Berdasarkan tabel 4 dapat disimpulkan bahwa kedua citra sudah memenuhi syarat minimal *overall accuracy* (karena menurut Short (1982) dalam Nawangwulan (2013) klasifikasi dianggap benar jika nilai *overall accuracy*  $\geq 80\%$ ). Ccitra tahun 2017 sudah memenuhi nilai *kappa coefficient* (karena menurut Riswanto (2009) hasil proses klasifikasi yang dapat diterima adalah proses klasifikasi yang memiliki nilai akurasi kappa lebih atau sama dengan 85%).

**V. Kesimpulan dan Saran**

**V.1 Kesimpulan**

1. Berdasarkan hasil pengolahan dan klasifikasi pada tahun 2015 menunjukkan sebaran spasial terumbu karang di perairan Pulau Panjang Jepara yang mendominasi. Sedangkan pada tahun 2017 menunjukkan sebaran spasial substrat yang lebih mendominasi. Perubahan sebaran spasial terumbu karang terlihat pada semua area Pulau Panjang. Secara visual sebaran terumbu karang pada bagian tubir mengalami perkembangan dan pada bagian rata-rata terumbu terlihat mengalami penurunan. Bagian Baratdaya (zona 3) Pulau Panjang paling terlihat perubahan sebaran spasial terumbu karang yakni pada bagian rata-rata (tahun 2015) berubah menjadi kelas substrat. Sedangkan pada bagian Tenggara Pulau Panjang (zona 4) kelas terumbu

karang mengalami penambahan kelas terumbu karang.

2. Berdasarkan hasil pengolahan dan klasifikasi menunjukkan kelas terumbu karang mengalami penurunan sebesar 39.300 m<sup>2</sup> pada tahun 2015 hingga 2017. Penurunan terumbu karang berbanding terbalik dengan peningkatan pada kelas substrat dan pasir. Pecahan-pecahan karang akibat terumbu karang yang rusak dapat terdeteksi menjadi kelas substrat, sehingga mengakibatkan kelas pada substrat akan meningkat jika kelas terumbu karang mengalami penurunan. Secara visual penurunan terumbu karang paling terlihat pada zona 3 (pada bagian Selatan-Baratdaya-Barat Pulau Panjang) sedangkan perkembangan terumbu karang hanya terlihat pada zona 4 (pada bagian Timur-Tenggara-Selatan Pulau Panjang).

**V.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan masih terdapat berbagai kelemahan dan kekurangan. Sehingga penulis menyarankan beberapa hal untuk penelitian selanjutnya diantaranya :

3. Pelaksanaan penelitian berikutnya dapat melakukan pemilihan sampel lapangan secara proporsional dalam hal sebaran spasialnya.
4. Penggunaan citra dengan resolusi spasial lebih tinggi seperti Geo Eye, Quickbird dan SPOT dapat diterapkan agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.
5. Penelitian berikutnya dapat menggunakan metode algoritma lainnya yang dapat mengkelaskan terumbu karang.
6. Hasil lebih terperinci dapat didapatkan dengan ditambahkan kelas lain seperti kelas lamun dan pada kelas terumbu karang dapat disertakan tingkat kesehatannya atau jenisnya.
7. Hasil yang lebih maksimal dapat didapatkan dengan menambah cakupan wilayah penelitian yang lebih besar.

**DAFTAR PUSTAKA**

Ardiansyah. 2015. Pengolahan Citra Penginderaan Jauh Menggunakan Envi 5.1 Dan Envi Lidar. Jakarta Selatan : Lasbig Inderaja Islim.

ESA. 2015. *Sentinel-2 User Handbook*.

Fibriawati, L. 2016. Koreksi Atmosfer Citra SPOT-6 Menggunakan Metode MODTRAN-4 *Atmospheric Correction Of Spot-6 Image With MODTRAN Method*. Jurnal. Pusat Teknologi dan Penginderaan Jauh, LAPAN.

Giyanto., Muhammad A., Tri A.H., Muhammad H., Abdullah S., dan Marindah Y.I. 2017. Status Terumbu Karang Indonesia 2017. Jakarta : COREMAP-CTI Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI.

Guntur., Dita P., dan Wawan. 2012. Pemetaan Terumbu Karang. Bogor: Ghalia Indonesia.

- Kawamuna, Arizal. 2007. Analisis Kesehatan Hutan Mangrove Berdasarkan Metode Klasifikasi Ndzi Pada Citra Sentinel-2A (Studi Kasus: Teluk Pangpang Kab. Banyuwangi). Tugas Akhir. Fakultas Teknik, Teknik Geodesi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Lillesand, T.M., Kiefer R.W dan Jonathan W.C., 2007. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Sixth Edition, John Wiley & Sons, United Stated America.
- Nawangwulan, N.H., Bambang S., dan Bandi S. 2013. Analisis Pengaruh Perubahan Lahan Pertanian Terhadap Hasil Produksi Tanaman Pangan di Kabupaten Pati Tahun 2001-2011. *Jurnal Geodesi Undip*. Semarang : Teknik Geodesi, Universitas Diponegoro.
- Patmawati, R. 2018. Struktur Komunitas Zooplankton di Perairan Pulau Panjang dan Teluk Awur, Kabupaten Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*. Semarang : Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.
- Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.
- Rauf, A dan M.Yusuf. 2004. Studi Distribusi dan Kondisi Terumbu Karang dengan Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan. *Jurnal*. Semarang : Ilmu Kelautan, FPIK UNDIP.
- Riswanto, E. 2009. Evaluasi Akurasi Klasifikasi Penutupan Lahan Menggunakan Citra Alos Palsar Resolusi Rendah Studi Kasus di Pulau Kaalimantan. Skripsi. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Ruswahyuni dan Pujiono W.P. 2009. Kondisi Terumbu Karang di Kepulauan Seribu dalam Kaitan dengan Gradasi Kualitas Perairan. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* Vol.1 No1. Semarang : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.
- Ruswahyuni., Kiai .S., dan Niniek W. 2013. Analisis Perbedaan Morfologi Dan Kelimpahan Karang Pada Daerah Rataan Terumbu (*Reef Flate*) Dengan Daerah Tubir (*Reef Slope*) Di Pulau Panjang, Jepara. *Journal Of Management Of Aquatic Resources* Volume 2 , Nomor 3 , Tahun 2013, Halaman 258-264.
- Suhana, M.P. 2015. Pemetaan Sebaran dan Kondisi Terumbu Karang dengan Memanfaatkan Citra Satelit Quickbird, Landsat-TM, EO-1 Hyperion dan ALOS-AVNIR. *Jurnal*. Bogor : Pascasarjana Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Suryono., Munasik., R.Ario dan Gentur H. 2017. Inventarisasi Bio-Ekologi Terumbu Karang di Pulau Panjang, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Tropis*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Thalib, M.S. 2017. Klasifikasi Tutupan Lamun Menggunakan Data Citra Sentinel-2A di Pulau Botosua, Kepulauan Spermonde. Skripsi. Departemen Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanudin Makasar.
- Pustaka dari Internet**
- Direktori Pulau-pulau Kecil Indonesia. 2012. Gambaran Umum Pulau Panjang. [http://www.ppk-kp3k.kkp.go.id/direktori-pulau/index.php/public\\_c/pulau\\_info/281](http://www.ppk-kp3k.kkp.go.id/direktori-pulau/index.php/public_c/pulau_info/281). Diakses pada 3 Januari 2018.
- GIS Dictionary. 2018. <https://support.esri.com/en/other-resources/gis-dictionary/term/density%20slicing>. Diakses pada 9 Mei 2018.
- Ma'arif, M. C. 2017. *Marine Buddies* Surabaya Kunjungi dan Awasi Taman Pulau Kecil Pulau Panjang. WWF. <https://www.wwf.or.id/?57683/Marine-Buddies-Surabaya-Kunjungi-dan-Awasi-Taman-Pulau-Kecil-Pulau-Panjang>. Diakses pada 19 Februari 2018.
- National Geographic Indonesia. 2013. Terbaru : Panjang Garis Pantai Indonesia Capai 99.000 kilometer. [nationalgeographic.co.id/berita/2013/terbaru-panjang-garis-pantai-indonesia-capai-99.000-kilometer](http://nationalgeographic.co.id/berita/2013/terbaru-panjang-garis-pantai-indonesia-capai-99.000-kilometer). Diakses pada 3 Januari 2018.
- Pusat Riset Kelautan. 2018. Suhu Permukaan Laut. 2011 [http://pusriskel.litbang.kkp.go.id/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&id=448:suhu-permukaan-laut](http://pusriskel.litbang.kkp.go.id/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=448:suhu-permukaan-laut). Diakses pada 26 Juli 2018.
- Republika.co.id. 2017. *El Nino* dan *La Nina* Muncul Lebih Cepat, Ini pengaruhnya ke Iklim RI. [http://republika.co.id/amp\\_version/omg057382](http://republika.co.id/amp_version/omg057382). Diakses pada 3 Juli 2018.
- Sedana, I.W. 2016. Pengolahan Citra Penginderaan Jauh Untuk Mendukung Pembangunan Pertanian Berkelanjutan. <http://erepo.unud.ac.id/id/eprint/3288>. Diakses pada 13 Juli 2018.
- Solichin, A. 2017. Mengukur Kinerja Algoritma Klasifikasi Dengan *Confusion Matrix*. <http://achmatim.net/2017/03/19/mengukur-kinerja-algoritma-klasifikasi-dengan-confusion-matrix/>. Diakses pada 9 Mei 2018.
- Suara Pembaruan. 2015. Dampak Fenomena *El-nino* di Indonesia. <http://sp.bersatu.com/dampak-fenomena-el-nino-di-indonesia/92491/>. Diakses pada 3 Juli 2018.

Winda. 2017. Pulau Panjang. Asia Wisata.  
<https://www.asiawisata.com/pulau-panjang/>.  
Diakses pada 19 Februari 2018.