

## **PEMETAAN TERUMBU KARANG DAN MANGROVE UNTUK PERTAHANAN PANTAI DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (KASUS DAERAH BIAK, PAPUA)**

**Irawan Prasetyo<sup>1</sup>, Novi Susetyo Adi<sup>2</sup>, Agus Iwan<sup>3</sup>, Widodo S. Pranowo<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi S-1 Hidrografi, STTAL

<sup>2</sup>Peneliti dari Badan Riset Kelautan dan Perikanan, KKP

<sup>3</sup>Peneliti Dari Dinas Hidro-Oseanografi, TNI AL

<sup>4</sup>Dosen Pengajar Prodi S1-Hidrografi, STTAL

### **ABSTRAK**

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki garis pantai terpanjang kedua setelah Kanada, dan memiliki sumberdaya pesisir penting seperti terumbu karang dan mangrove yang mempunyai fungsi ekologis, ekonomis dan sekaligus pertahanan untuk menjaga integritas wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia. Untuk wilayah pulau-pulau kecil yang mempunyai keterbatasan akses dimana survei lapangan membutuhkan tenaga dan biaya yang besar, teknologi penginderaan jauh merupakan salah satu alat utama untuk melakukan inventarisasi sumberdaya pesisir. Pada penelitian ini dilakukan pemetaan mangrove dan terumbu karang menggunakan data citra satelit SPOT 6 sebagai bagian dari usaha inventarisasi sumberdaya pesisir di pulau Biak, Papua. Data citra SPOT 6 dipilih karena keterbatasan studi sebelumnya yang menguji kemampuan data SPOT 6 untuk pemetaan sumberdaya pesisir. Teknik pengolahan citra yang digunakan untuk mangrove adalah berdasarkan pengkelasan citra yang telah diproses menggunakan NDVI (normalized difference vegetation index). Pemetaan ekosistem terumbu karang dilakukan dengan melakukan proses klasifikasi ke dalam kelas-kelas terumbu karang pada citra yang telah diproses menggunakan depth-invariant index. Untuk obyek mangrove validasi lapangan dilakukan menggunakan teknik transek dengan pengamatan pada beberapa subplot sepanjang garis transek. Validasi terumbu karang dilakukan menggunakan teknik photo-transect. Hasil menunjukkan Citra SPOT 6 dapat digunakan untuk memetakan mangrove dan terumbu karang di pulau Biak dengan ketelitian baik. Mangrove di pulau Biak dapat dikategorikan ke dalam tiga kelas: jarang, sedang dan rapat. Citra SPOT 6 dapat digunakan membedakan kategori ekosistem terumbu karang di pulau Biak ke dalam kelas pasir, karang, lamun dan rubble (pecahan karang).

**Kata Kunci:** Terumbu Karang, Mangrove, Penginderaan Jauh dan SIG, NDVI, depth-invariant index.

### **ABSTRACT**

*Indonesia is an archipelago country that has the second longest coastline after Canada, and has an important coastal resources such as coral reefs and mangrove which has the function of ecological, economic and defense at the same time to maintain the integrity of the Unitary State of the Republic of Indonesia. For the area of small islands with limited access where the field survey requires great effort and cost, remote sensing technology is one of the main tools to conduct an inventory of coastal resources. In this research, mangrove and coral reef mapping using SPOT 6 satellite image data as part of a coastal resource inventory on the island of Biak, Papua. SPOT 6 selected image data due to limitations of previous studies that test the SPOT 6 data capabilities for mapping of coastal resources. Image processing techniques used for the mangrove is based pengkelasan image that has been processed using NDVI (normalized difference vegetation index). Coral reef ecosystem mapping is done by the process of classification into classes of coral reefs in the image that has been processed using a depth-invariant index. For objects mangrove field validation is done using transect technique with observations on some of the subplots along the transect line. Validation of coral reefs conducted using photo-transect technique. Results showed Imagery SPOT 6 can be used to map the mangrove and coral reef on the island of Biak with good accuracy. Mangrove on Biak island can be categorized into three classes: rare, medium and*

meetings. 6 SPOT imagery can be used to distinguish categories of coral reef ecosystem on the island of Biak into the classroom sand, coral, seagrass and rubble (rubble).

**Keywords:** Coral Reefs, Mangroves, Remote Sensing and GIS, NDVI, depth-invariant index.

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan (*archipelagic state*) dengan 2/3 luas wilayah adalah lautan dan terdiri lebih dari 17.499 pulau dimana 13.466 pulau yang telah diberi nama. Panjang garis pantai Indonesia adalah  $\pm$  99.093 km, yang menjadikannya sebagai negara dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia setelah Kanada (Unclos 1982; <http://www.bakosurtanal.go.id>). Dari sekian puluh ribu pulau, Biak adalah salah satu pulau yang terdapat di Teluk Cenderawasih Papua, berdekatan dengan wilayah perbatasan dengan Papua Nugini dan Samudera Pasifik. Pada masa perang dunia ke 2 pulau ini menjadi pangkalan udara strategis tentara Jepang, yang kemudian dikuasai oleh tentara sekutu. Biak dijuluki "kota karang panas", karena struktur geologinya yang terdiri dari bebatuan karang, dan memiliki suhu bekisar 27<sup>o</sup>-30<sup>o</sup> C.

Biak juga mempunyai sumberdaya pesisir seperti terumbu karang dan mangrove yang mempunyai fungsi ekologis, ekonomis dan sekaligus pertahanan untuk menjaga integritas wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI). Walaupun mempunyai fungsi-fungsi penting tersebut, informasi mengenai sebaran dan kondisi ekosistem terumbu karang dan mangrove di pulau Biak masih terbatas, yang dapat disebabkan oleh keterbatasan aksesibilitas untuk melakukan survei detil di lokasi tersebut. Di sisi lain kerusakan terumbu karang dan mangrove dapat menyebabkan rusaknya ekosistem pantai sehingga terjadi abrasi, degradasi pantai serta ancaman kepunahan ekosistem yang ada di pesisir pantai, serta berpotensi menurunkan fungsi pertahanan dari ancaman luar. TNI AL memiliki tugas pokok mengamankan dan mempertahankan kedaulatan NKRI dari ancaman, dan gangguan baik dari dalam negeri maupun dari luar negeri, yaitu mengamankan dan mempertahankan pulau-pulau kecil terluar dari negara-negara tetangga baik penyelundupan manusia, narkoba, *illegal fishing*, *illegal logging*, dan melaksanakan pemberdayaan wilayah pertahanan laut (Undang-undang nomor. 34 tahun 2004).

Ekosistem terumbu karang dan mangrove memiliki fungsi dan manfaat diantaranya adalah, sebagai daerah asuhan (*nursery grounds*), tempat mencari makan (*feeding grounds*), dan daerah pemijahan (*spawning grounds*) berbagai jenis ikan. Mengingat pentingnya ekosistem terumbu

karang dan mangrove, diperlukan adanya perhatian khusus termasuk upaya pelestariannya. Informasi mengenai sebaran mangrove dan terumbu karang di wilayah pulau-pulau kecil umumnya masih belum lengkap dan tersajikan dengan baik. Berdasarkan hal ini dibutuhkan suatu penelitian yang dapat mengintegrasikan data spasial maupun non spasial untuk menghasilkan informasi mengenai sebaran mangrove dan terumbu karang di pulau-pulau kecil. Walaupun pulau-pulau kecil mempunyai nilai strategis secara sumberdaya alam dan juga pertahanan, namun pelaksanaan survei lapangan di wilayah tersebut umumnya penuh tantangan karena lokasi yang sulit dijangkau, transportasi yang jarang menuju kedaerah tersebut, faktor cuaca atau alam lainnya sehingga sulit untuk melaksanakan survei yang mencakup seluruh wilayah di daerah tersebut. Salah satu cara untuk mengatasi kendala survei lapangan untuk keperluan inventarisasi sumberdaya pesisir dan laut di pulau-pulau kecil tersebut adalah dengan pemanfaatan teknologi penginderaan jauh. Penginderaan jauh (*remote sensing*) merupakan suatu ilmu atau proses perolehan informasi tentang suatu obyek tanpa adanya kontak fisik secara langsung dengan obyek tersebut (Lillesand dan Kiefer, 1990).

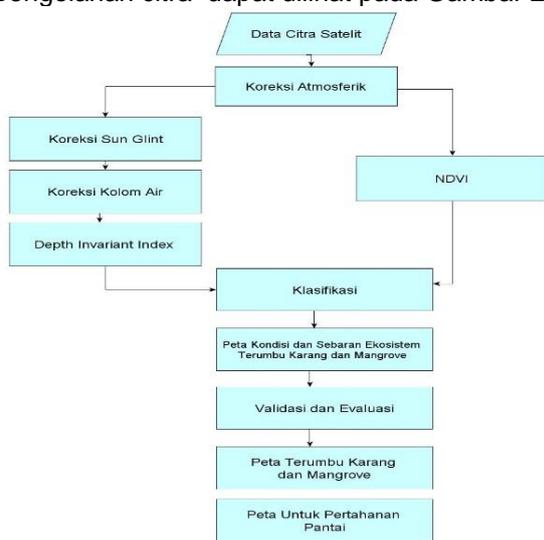
Mengingat bahwa metode survei lapangan dapat terkendala oleh beberapa faktor antara lain akses, waktu dan tenaga, maka metode penginderaan jauh dapat menjadi alternatif atau pendukung utama untuk kegiatan inventarisasi sumberdaya pesisir di pulau-pulau kecil, khususnya di pulau Biak yang daerahnya sulit dijangkau, akses menuju daerah tersebut sulit dan biaya yang mahal. Pulau Biak tersebut merupakan akses daerah yang strategis dikarenakan berbatasan dengan Negara Papua Nugini dan Samudera Pasifik, dan mempunyai sumberdaya kelautan yang perlu dikelola secara lestari sehingga pulau Biak kami jadikan eksperimen penelitian untuk konsep pertahanan pantai. Harapannya adalah konsep pertahanan pantai dalam studi ini dapat diterapkan pada wilayah dengan *setting* serupa, yaitu pulau-pulau kecil, dengan penyesuaian-penyesuaian.

## METODELOGI

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan agustus 2016 di perairan Padaidori, Biak. Pengolahan data citra dilakukan di Laboratorium P3SDLP Jakarta, Penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap, tahap pertama yaitu pengolahan data satelit Spot 6. Tahap ke dua yaitu survei

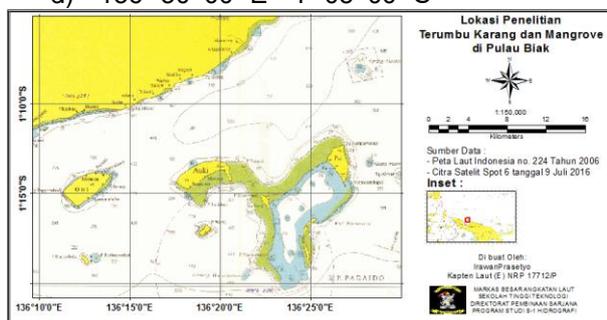
lapangan (groundtruthing) mencakup pengambilan data parameter perairan, data terumbu karang dan mangrove. Tahap ketiga yaitu pengolahan data survei lapangan berupa data tutupan dan sebaran terumbu karang dan mangrove serta parameter perairan.

1. Pengolahan citra satelit menggunakan tiga perangkat lunak. Perangkat lunak pertama yaitu software Envi 5.0 yaitu perangkat lunak yang digunakan dari proses koreksi citra satelit, pengkalsifikasian substrat dasar perairan, luasan tutupan terumbu karang dan mangrove dan Arc gis 10.1 yaitu perangkat lunak yang digunakan untuk menampilkan data citra yang telah diproses dalam bentuk peta sehingga mudah untuk dipahami oleh pengguna. Diagram pengolahan citra dapat dilihat pada Gambar 2.1



Lokasi Penelitian di perairan laut Biak, Papua

- a) 136° 10' 00" E - 1° 25' 00" S
- b) 136° 10' 00" E - 1° 10' 00" S
- c) 136° 30' 00" E - 1° 25' 00" S
- d) 136° 30' 00" E - 1° 05' 00" S



Gambar 2.2 Peta Laut Indonesia Nomor. 224 tahun 2006 skala 1: 150.000, Dishidros TNI AL.

Data dan informasi yang diperlukan pada penelitian ini adalah sbb:

- a. Terumbu Karang

1) Terumbu Karang data hasil penelitian lapangan berupa koordinat *groundtruth* atau lokasi sampling terumbu karang.

2) Data pendukung yaitu foto *transect* lokasi sebaran terumbu karang.

b. Mangrove.

1) Data hasil penelitian lapangan berupa koordinat *groundtruth* atau lokasi sampling mangrove.

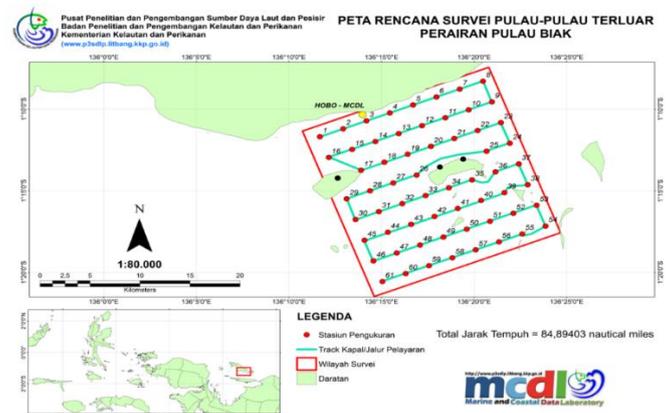
2) Data pendukung yaitu foto lokasi mangrove.

c. Survei lapangan.

Survei lapangan adalah suatu aktivitas atau kegiatan penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan suatu kepastian informasi dengan cara mengambil data dilapangan yang diperlukan untuk penelitian yang akan dianalisa. Kegiatan survei lapangan di daerah penelitian di perairan Padaidori Biak, Papua yaitu pengambilan data lapangan berupa pengambilan titik koordinat stasiun *ground truthing*, pengambilan gambar terumbu karang dan ekosistem mangrove. Survei lapangan dilaksanakan pada tanggal 22 agustus sampai 2 september 2016 di daerah pulau Wundi, Meosware, Pai, Auki, Nusi, Bosnic, Owi, di perairan Padaidori Biak, Papua.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### KONDISI LINGKUNGAN PERAIRAN PADA SAAT SURVEI LAPANGAN



Gambar 3.1 Area survei di perairan Padaidori, Biak

Kondisi ekosistem terumbu karang sangat dipengaruhi oleh parameter fisik dan kimia di suatu perairan, berdasarkan penelitian yang dilakukan di perairan Padaidori, Biak diperoleh data parameter perairan yang disajikan pada Tabel 3. menunjukkan bahwa hasil pengukuran parameter perairan di lingkungan survei diperoleh data: pH 7.95, oksigen terlarut (Do) 6.75 – 7.75 mg/L, suhu berkisar 30.5 – 31°C, salinitas 30.5 – 30.75% dengan substrat lumpur, berpasir secara umum

kisaran suhu di perairan padaidori, Biak masih tergolong alami untuk pertumbuhan terumbu karang dan ekosistem mangrove. Terumbu karang dapat tumbuh dengan baik pada suhu 25°C - 29°C sedangkan mangrove dapat tumbuh dengan baik di daerah tropis dengan suhu diatas 20°C. Begitu juga dengan salinitas dan substrat memperlihatkan bahwa perairan mangrove disekitar perairan masih tergolong normal dan mampu mendukung pertumbuhan mangrove pH yang normal juga mendukung terhadap kelangsungan kehidupan ekosistem mangrove. Dan mangrove dapat tumbuh dan berkembang dengan baik dengan salinitas berkisar antara 10 – 30‰. Berdasarkan jenis

substrat yang di temukan di setiap lokasi stasiun berbeda-beda pada terumbu karang substrat yang di temukan yaitu, pasir, lamun, alga, pecahan karang/substrat dan karang sedangkan pada mangrove, yaitu lumpur, pasir, dan lumpur berpasir maka jenis mangrove yang ditemukan di perairan Kepulauan Padaido berbeda juga jenis nya, mangrove yang di temukan antara lain berjumlah 9 jenis, yaitu *Sonneratia alba*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Ceriops tagal*, *Xylocarpus Mollucensis*, *Lumnitzera littorea*, *Xylocarpus granatum*, *Bruguiera Sexangula*, *Rhizophora Lamarchii*, *Avicennia alba*.

Tabel 3.1 Nilai parameter di lingkungan survey

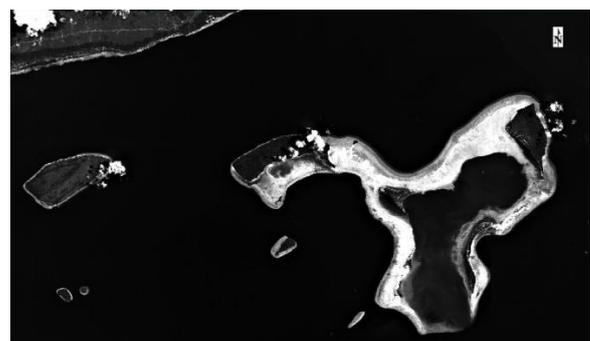
No.	Stasiun	pH	Do mg/L	Suhu °C	Salinitas ‰	Substrat	
						Mangrove	Terumbu karang
1	M1 (P. Owi)	7.95	6.75	30.5	30.75	lumpur	Pasir
2	M2 (P. Auki)	8	7.25	30.75	30.5	lumpur, berpasir	Pasir
3	M3 (P. Pai)	8	7	30.5	30.5	lumpur, berpasir	rubbel
4	M4 (P. Wundi)	7.97	7.75	31	30.75	lumpur	Pasir, rubbel
5	M5 (P. Bosnik)	7.96	7	30.75	30.75	Pasir	pasir

Langkah pertama yaitu dilaksanakan pre prosesing citra yaitu koreksi atmosferik setelah dilaksanakan koreksi atmosferik dan dilaksanakan penggabungan citra yaitu RGB(321) setelah selesai maka pengolahan dibagi menjadi 2 yaitu pengolahan terumbu karang dan pengolahan mangrove.

#### 1. Pengolahan Terumbu Karang

Pendugaan awal habitat perairan dangkal di Pulau Pramuka dilakukan dengan mengkombinasikan tiga band yang berbeda yaitu RGB 421 dan RGB 321. Pengkombinasian tiga band yang berbeda tersebut menunjukkan gambaran secara umum sebaran habitat perairan dangkal. Agar diperoleh gambaran sebaran habitat perairan dangkal yang lebih maksimal maka dilakukan metode penajaman citra *multiimage*. Metode ini dilakukan dengan mengkombinasikan band 1 dan band 2 berdasarkan algoritma penurunan *Standard Exponential Attenuation Model* yang menghasilkan persamaan yang disebut algoritma Lyzenga. Setelah dilaksanakan koreksi sunglint maka dilaksanakan koreksi kolom air dengan perhitungan algoritma lyzenga, berdasarkan hasil perhitungan maka di

dapatkan nilai Nilai ki/kj 0.65, sehingga nilai transformasi ketika di ekstraksi ke dalam citra adalah  $Y=(\log 10(b1)) + (0.65*\log 10(b2))$



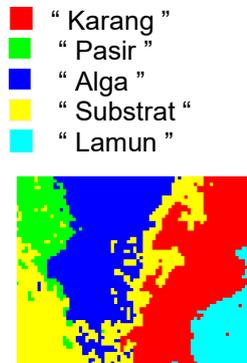
Gambar 3.2 Citra hasil ekstraksi algoritma lyzenga

#### Luasan Terumbu Karang

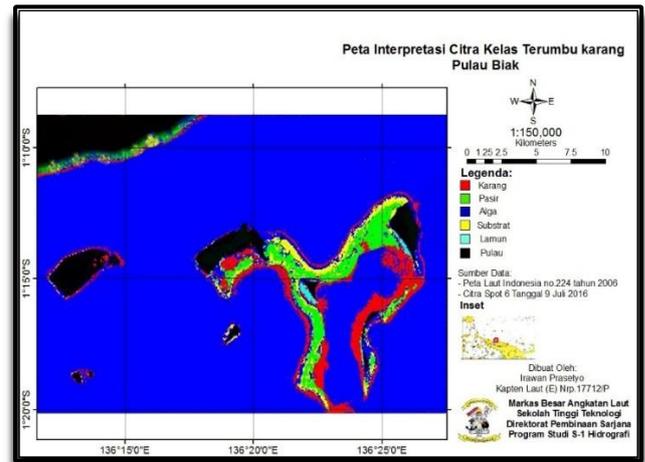
Setelah didapatkan hasil citra yang telah di masukkan algoritma Lyzenga maka dapat kita kelaskan secara Klasifikasi likelihood dilakukan menggunakan citra spot 6, yaitu dengan mengklaskan menjadi lima klasifikasi jenis yaitu karang, alga, lamun, pasir dan substrat. Pada gambar 3.3 menunjukkan jenis warna dalam pengklasifikasian. Untuk jenis karang di

dominasi dengan warna merah, alga di dominasi warna biru, untuk lamun di dominasi warna cyan, dan untuk pasir di dominasi warna hijau sedangkan substrat di dominasi warna kuning.

Warna Kelas Terumbu Karang:



Daerah pada citra hasil klasifikasi dikelompokkan menjadi lima kelas yaitu karang, pasir, alga, lamun, dan substrat.



Gambar 3.3 Peta Interpretasi Citra Terumbu karang

Tabel 3.2Komponen dan karakteristik kelas dalam klasifikasi.

No	Kelas	Komponen	Karakteristik
1	Karang	> 50 % Karang	Di dominasi karang hidup substrat jarang alga jarang
2	Pasir	> 50 %Pasir	Didominasi pasir Karbonat Lamun Jarang Substrat jarang
3	Alga	> 50% Alga	Didominasi Alga Lumut Karang jarang Substrat jarang
4	Lamun	> 50% Lamun	didominasi Lamun Karang jarang Substrat jarang
5	Substrat	> 50% substrat	Didominasi Patahan karang mati Karang hidup jarang Pasir jarang

Jenis	Jumlah pixel	Jumlah seluruh Pixel	Persentase Tutupan Karang (%)	Kriteria
Karang	25	69710	41.21%	Sedang
Pasir	33	9027	5.34%	Buruk
Alga	25	3331	1.97%	Buruk
Substrat	33	48983	28.95%	Sedang
Lamun	31	19301	11.41%	Buruk

2. Pengolahan Mangrove  
Setelah selesai melaksanakan proses pengolahan atmosferik maka ilaksanakan proses pengolahan citra menjadi citra NDVI yang

bertujuan untuk memisahkan antara laut dan daratan serta memisahkan antara vegetasi dan non vegetasi.

Penentuan threshold (ambang batas) NDVI untuk identifikasi nilai pembatas antara objek mangrove dengan objek lain (nonmangrove) dari tiap pixel data citra.

Tabel. 3.3 Nilai ambang batas mangrove

No	NDVI	Ambang Batas
1	Citra Spot 6	0.45 – 0.93

$$KL = (xt - xr) / 4$$

$$= (0.93 - 0.45) / 4$$

$$= 0.12$$

Pada table 3.4 menunjukan bahwa sebaran mangrove di lokasi tiap tiap stasiun berbeda jenis mangrove nya, hal ini di karenakan faktor pendukung dari substrat tempat dimana ekosistem mangrove tumbuh dan berkembang serta parameter lainnya yang menunjang akan

kelangsungan hidup mangrove tersebut. Jenis mangrove yang tumbuh pada stasiun satu adalah *Sonneratia alba*, hal tersebut di karenakan substrat nya adalah lumpur, pada stasiun dua *Bruguiera gymnorhiza*, *Ceriops tagal*, *Lumnitzera littorea*, *Xylocarpus granatum* hal ini dikarenakan substrat nya adalah lumpur berpasir, pada jenis mangrove *Bruguiera gymnorhiza*, *Xylocarpus Mollucensis*, *Bruguiera Sexangula* tumbuh di stasiun tiga karena substratnya adalah lumpur berpasir, pada stasiun empat dengan substrat lumpur maka jenis mangrove yang dapat tumbuh adalah *Sonneratia alba* *Avesennia Alba*, dan pada stasiun 5 (lima), jenis mangrove yang ada di daerah tersebut adalah *Sonneratia alba*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Rhizophora Lamarchii* dengan substrat pasir.

Table 3.4 Jenis mangrove pada tiap-tiap stasiun

Jenis Mangrove	M1	M2	M3	M4	M5
<i>Sonneratia alba</i>	X			X	X
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>		X	X		X
<i>Ceriops tagal</i>		X			
<i>Xylocarpus Mollucensis</i>			X		
<i>Lumnitzera littorea</i>		X			
<i>Xylocarpus granatum</i>		X			
<i>Bruguiera Sexangula</i>			X		
<i>Rhizophora Lamarchii</i>					X
<i>Avesennia Alba</i>				X	

Dari table. 3.5 menunjukan adanya perbedaan kerapatan di tiap-tiap stasiun penelitian, jumlah pohon terbanyak pada jenis *Sonneratia alba* yaitu terdapat di stasiun 1 (satu) sebanyak 775 pohon per Hektar, pada stasiun 3 sebanyak 300 pohon per hektar dan pada stasiun 5 jumlah pohon sebanyak 156 dari hasil pengamatan terhadap substrat nya hampir sama. Pada stasiun 2 (dua) jenis *Bruguiera gymnorhiza* sebanyak 64 pohon per hektar, pada jenis *Ceriops tagal* sebanyak 64 pohon per hektar, jenis *Xylocarpus Mollucensis* sebanyak 16 pohon per hektar, dan pada jenis *Lumnitzera littorea* hanya sebanyak 4 pohon per hektar, Pada jenis *Avesennia Alba* dapat ditemukan pada stasiun 3 (tiga) sebanyak 25 pohon per hektar dan stasiun 5 sebanyak 20 pohon per hektar dan pada jenis *Bruguiera gymnorhiza*, terdapat di stasiun 4 (empat) sebanyak 175 pohon per hektar dan stasiun 5 (lima) sebanyak 20 pohon per hektar, jenis pohon *Xylocarpus granatum* terdapat di stasiun 4 (empat) sebanyak 550 pohon per

hektar dan juga ditemukan jenis *Bruguiera Sexangula* sebanyak 300 pohon per hektar.

Tabel 3.5 Kepadatan/Density (Di) Mangrove

Jenis Mangrove	Stasiun					Total
	M1	M2	M3	M4	M5	
<i>Sonneratia alba</i>	775		300		156	1231
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>		64				64
<i>Ceriops tagal</i>		188				188
<i>Xylocarpus Mollucensis</i>		16				16
<i>Lumnitzera littorea</i>		4				4
<i>Xylocarpus granatum</i>				550		550
<i>Bruguiera Sexangula</i>				300		300
<i>Rhizophora Lamarchii</i>					40	40
<i>Avesennia</i>			25		20	45

<i>Alba</i>						
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>				175	20	195



Dari table 3.6 menunjukkan hasil pengamatan dan perhitungan jumlah indeks nilai penting (INP) dari tiap jenis mangrove berbeda – beda pada setiap stasiun, pada stasiun 1

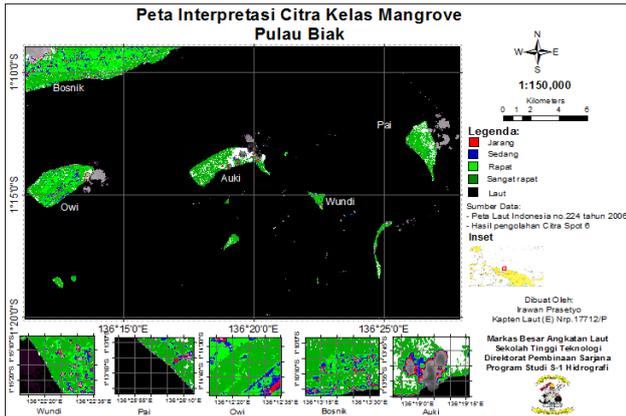
jenis *Sonneratia alba* memiliki nilai INP nya adalah 300, Pada stasiun 2 nilai INP tertinggi yaitu jenis *Lumnitzera littorea* yaitu 101.1865 sedangkan pada jenis *Bruguiera gymnorhiza* memiliki nilai INP 50.68975, jenis *Ceriops tagal* memiliki INP 95.3294, *Xylocarpus Mollucensis* memiliki nilai INP 18.80226, Pada stasiun 3 Nilai INP tertinggi yaitu 143.1674 terdapat pada jenis *Sonneratia alba*, sedangkan jenis *Avesennia Alba* memiliki nilai INP 131.8326. Pada stasiun 4 (empat) jenis *Bruguiera Sexangula* memiliki nilai INP tertinggi 115.7289 dan jenis *Xylocarpus granatum* memiliki nilai INP 90.78688, sedangkan jenis *Bruguiera gymnorhiza* memiliki nilai INP 49.03976, Pada stasiun 5 (lima) Nilai INP tertinggi yaitu terdapat pada jenis *Sonneratia alba* yaitu 90.32102, Sedangkan pada jenis *Rhizophora Lamarchii* yaitu 39.69707 Memiliki nilai INP sebesar, jenis *Avesennia Alba* memiliki nilai INP 29.1739, jenis *Bruguiera gymnorhiza* memiliki nilai 85.80801.

Tabel 3.7 Nilai INP tutupan jenis mangrove

Jenis	Rdi	Rfi	Rci	INP
<i>Sonneratia alba</i>	100	100	100	300
<i>Sonneratia alba</i>	100	100	100	300
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	23.529412	25	2.160338	50.68975
<i>Ceriops tagal</i>	69.117647	25	1.203844	95.32149
<i>Lumnitzera littorea</i>	1.4705882	5	93.71591	100.1865
<i>Xylocarpus Mollucensis</i>	5.8823529	10	2.919909	18.80226
<i>Sonneratia alba</i>	92.307692	50	0.85974	143.1674
<i>Avesennia Am</i>	7.6923077	25	99.14026	131.8326
<i>Xylocarpus Granatum</i>	53.658537	11.11111	26.01723	90.78688
<i>Bruguiera Sexangula</i>	29.268293	22.22222	64.2384	115.7289
<i>Bruguiera Ghymnorhiza</i>	17.073171	22.22222	9.744372	49.03976
<i>Sonneratia alba</i>	65	25	0.321018	90.32102
<i>Rhizophora Lamarchii</i>	16.666667	10	13.03041	39.69707
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	10	5	14.1739	29.1739
<i>Avesennia Alba</i>	8.3333333	5	72.47467	85.80801

Berdasarkan hasil perhitungan yang tertera pada table 3.8 Menunjukkan bahwa indeks nilai penting (INP) tertinggi yaitu pada jenis *Sonneratia alba* dan Indeks nilai penting

terendah pada jenis *Xylocarpus Mollucensis*hal tersebut menunjukkan perbedaan luas area dan kerapatan mangrove di lokasi tiap-tiap stasiun berbeda.



Gambar 3.4 Peta interpretasi citra Kelas mangrove

**Nilai Pembobotan Dalam Konsep Pertahanan pantai**

Tabel 4.11 Klasifikasi terumbu karang dan mangrove di lokasi tiap-tiap stasiun

Lokasi	Klasifikasi	Mangrove dan Jenis
Stasiun	Terumbu Karang	
P.Owi	Karang	Sedang ( SA )
P. Auki	Alga / Substrat	Rapat (BG, CT, LL, XM)
P. Pai	Karang , Alga, Pasiir	Rapat ( SA, AA)
P. Wundi	Karang, lamun, substrat, Pasir	Rapat (XG, BG, BS )
P. Bosnik	Karang, substrat	Sangat Rapat ( SA, RL, BG, AA )
P. Nusi	Lamun	Non Mangrove
P. Meosware	Karang, Substrat	Non Mangrove

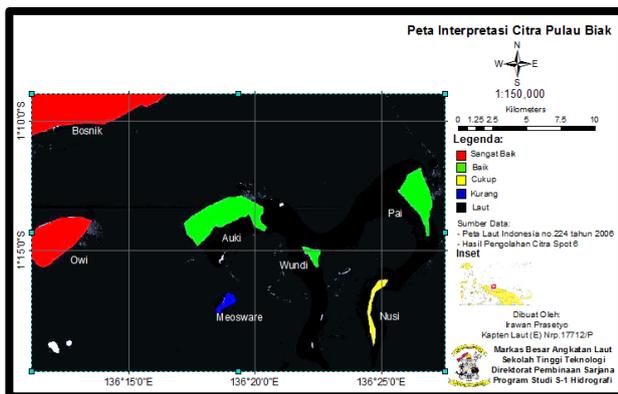
Dalam menentukan suatu konsep pertahanan pantai alami dibutuhkan suatu nilai pembobotan terumbu karang dan mangrove yang dapat menghasilkan nilai kelayakan atau tidaknya terumbu karang dan mangrove sehingga dapat dijadikan suatu acuan dalam model konsep pertahanan pantai alami, seperti table 4. di bawah ini menunjukkan nilai bobot/skorung terumbu karang dan mangrove, nilai bobot/skorung tertinggi adalah 4 (empat) yang layak di jadikan konsep pertahanan pantai alami sedangkan nilai 1 (satu) tidak layak dijadikan sebagai konsep pertahanan pantai alami. Dari table di bawah ini Pulau Bosnik dengan nilai bobot/ skorung 4 (empat) sangat baik untuk pertahanan pantai sedangkan pulau Pai, pulau Auki dan pulau Wundi memiliki bobot 3 sehingga baik untuk pertahanan pantai sedangkan untuk pulau Owi cukup baik untuk pertahanan pantai alami untuk mangrove, sedangkan pada terumbu karang nilai bobot yang paling tinggi yaitu pada pulau Owi yaitu memiliki bobot nilai skorung 4 sedangkan yang paling terendah yaitu pulau Nusi dengan bobot 1 dikarenakan hanya terdapat lamun saja.

Tabel. 3.9 Klasifikasi dan Bobot/skorung karang dan Terumbu mangrove

Lokasi	Klasifikasi	Bobot/Skorung
Stasiun	Terumbu Karang	
P.Owi	Karang	4
P. Auki	Alga / Substrat	2
P. Pai	Karang , Alga, Pasiir	2
P. Wundi	Karang, lamun, substrat, Pasir	2
P. Bosnik	Karang, substrat	3
P. Nusi	Lamun	1
P. Meosware	Karang, Substrat	3

Lokasi Stasiun	Klasifikasi Mangrove	Bobot/Skorng
P.Owi	Sedang ( SA )	2
P. Auki	Rapat (BG, CT, LL, XM)	3
P. Pai	Rapat ( SA, AA)	3
P. Wundi	Rapat (XG, BG, BS )	3
P. Bosnik	Sangat Rapat ( SA, RL, BG, AA )	4
P. Nusi	Non Mangrove	1
P. Meosware	Non Mangrove	1

Keterangan Bobot:	
Nilai 4	sangat Baik
Nilai 3	Baik
Nilai 2	Cukup
Nilai 1	Kurang



Gambar 3.5 Peta Interpretasi Citra Pulau Biak

## KESIMPULAN

Pemetaan sebaran terumbu karang dan mangrove dapat dilakukan dengan memanfaatkan data penginderaan jauh. Untuk menghasilkan citra sebaran terumbu karang dapat menggunakan algoritma Lyzenga sedangkan untuk mengetahui sebaran mangrove dapat menggunakan algoritma NDVI, serta ada beberapa faktor yang sangat mendukung dan dapat mempengaruhi pertumbuhan terumbu karang dan mangrove antara lain salinitas, suhu, oksigen terlarut, pH. Berdasarkan hasil survei terhadap parameter

lingkungan tersebut sangat cocok dan mendukung sekali terhadap kehidupan terumbu karang dan mangrove. Berdasarkan hasil pengolahan dan analisa terhadap semua data di daerah penelitian, maka dapat dirangkum beberapa kesimpulan sebagai berikut:

a. Hasil analisis citra SPOT 6 dapat mengidentifikasi sebaran terumbu utama yang terdapat di pulau Owi dan Bosnik dan mangrove di pulau Bosnik

Data citra SPOT 6 dapat mengelaskan dan membedakan:

1) Terumbu karang menjadi 5 Kelas yaitu: Karang, Pasir, Alga, Lamun, Substrat.

2) Mangrove menjadi 4 Kelas yaitu: Jarang, Sedang, Rapat dan Sangat Rapat

c. Peta-peta terumbu karang dan mangrove hasil analisis citra satelit dapat digunakan untuk mengembangkan konsep pertahanan pantai melalui sistem pertimbangan skoring dengan hasil berupa teridentifikasinya wilayah-wilayah kandidat pertahanan pantai dengan berbagai tingkat kesesuaiannya. Dari ketujuh pulau yang telah di survei dan di analisis dengan citra satelit maka pulau Bosnik dan pulau Owi memiliki Konsep pertahanan yang sangat baik/Layak sedangkan pulau Nusi kurang layak dijadikan sebagai Konsep pertahanan Pantai berdasarkan parameter terumbu karang & mangrove.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arhatin, R.E. 2007. Pengkajian Algoritma Indeks Vegetasi dan Metode Klasifikasi Mangrove dari Data Satelit Landsat-5 TM dan Landsat-7 ETM+: Studi Kasus di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. [tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
- Asriningrum, W dan Parwati, E. 2015. Mangrove Citra Penginderaan Jauh dan Identifikasinya. Institut Pertanian Bogor Press, Bogor.
- Barus, T.A. 2004. Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Sungai dan Danau. Program Studi Biologi. Medan: Fakultas MIPA USU.
- Bengen, D.G. 1999. Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Pusat Kajian

- Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut. Penerbit Pt. Gramedia Pusaka Utama. Jakarta.
- Dephut, 2000. Ensiklopedi kehutanan Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan RI. Jakarta.
- Dewanti, R., Arief, M dan Maulana, T 1998. Degradasi Tingkat Kerapatan Kanopi Mangrove di Delta Brantas Menggunakan Analisis NDVI Data Landsat Multitemporal. Warta Inderaja. MAPIN /ISRS. 5 (2) 27-37.
- Dishidros TNI AL, (2006). Peta Laut Indonesia Nomor 224. Skala 1:150.000 Dinas Hidrooseanografi TNI Angkatan Laut.
- Gomez, E. D. dan H.T. Yap. 1988. Monitoring Reef Conditions. In Kenchington, R. A. and B. E. T. Hudson (eds). Coral Reef Management Handbook. UNESCO Regional Office for Science and Technology for South-East Asia. Jakarta. pp. 187-196.
- Guilcher Andre. 1988. Coral reef Geomorphology. John Willey & Sons. Chichester
- Hidayah, M. Leaf Area Index (LAI) and Carbon Stock Estimation of Acacia mangium. Wild Using Remote Sensing Technology. [tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Howard, J.A. 1996. Penginderaan Jauh untuk Sumberdaya Hutan: Teori dan Aplikasi. Diterjemahkan oleh Hartono, Dulbahri, Suharyadi, Danoedoro P, Jatmiko R.H. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- <http://www.bakosurtanal.go.id/berita-surta/show/indonesia-memiliki-13-466-pulau-yang-terdaftar-dan-berkoordinat>, [10 agustus 2016].
- <http://www.bakosurtanal.go.id/berita-surta/show/big-lapan-kolaborasi-dalam-penyediaan-citra-satelit-resolusi-tinggi-untuk-pemetaan-skala-besar>, [10 agustus 2016]
- <http://www.hukumonline.com> , Undang-undang no.34 tahun 2004 tentang tugas pokok TNI, pdf [10 agustus 2016].
- [http://www.pusfatekgan.lapan.go.id/wp-content/uploads/2015/02/Informasi Satelit Spot 6](http://www.pusfatekgan.lapan.go.id/wp-content/uploads/2015/02/Informasi-Satelit-Spot-6). [10 agustus 2016].
- Indriyanto, 2006. Ekologi Hutan. Penerbit PT. Bumi Aksara. Jakarta.
- Jantarto, D. 2016. Peran TNI Dalam Mendukung Sistem Pertahanan Semesta yang Bercirikan Negara Kepulauan. Makalah Perorangan. Jakarta.
- J. Clark, Coastal Ecosystems, Ecological Considerations for Management of The Coastal Zone, The Conservation Foundation, Washington D.C., 1974, p.178.
- Lillesand, T.M. dan R.W. Kiefer. 1990. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Diterjemahkan oleh Dulbahri. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Kementerian Pertahanan Ri, 2015. Buku Putih Pertahanan Indonesia. Kemenhan RI, Jakarta.
- Lyzenga, D.R. 1981. *Remote sensing of bottom reflectance and water attenuation parameters in shallow water using aircraft and Landsat data*. Int. J. Remote Sensing, 2:71-82.
- Mumby PJ, Green EP, Clark CD, Edwards AJ, 1997b *Digital analysis of multispectral airborne imagery of coral reefs*. Coral Reefs (in press).
- Mumby PJ, Green EP, Clark CD, Edwards AJ, 1997c *Reefal habitat assessment using (CASI) airborne remote sensing*. Proc 8th int coral Reef Symp (in press) [Lessios HA, Macintyre I (eds) Smithsonian Tropical Research Institute, Panama].
- Nybakken, J. W. 1992. Biologi Laut: Suatu pendekatan ekologis (alih bahasa dari buku Marine Biology: An Ecological Approach, oleh M. Eidman, Koesoebiono, D. G. Bengen, M. Hutomo, dan S. Sukarjo). Jakarta: Penerbit PT. Gramedia.

- Odum, E. P. 1994. Dasar-dasar Ekologi. Edisi ke-3. Penerjemah: Tjahjono, S, Yogyakarta, UGM Press.
- Prahasta, E. 2009. Konsep-konsep dasar sistem informasi geografis, Penerbit Informatika. Bandung. (halaman 115-138).
- Richter, R. 1996. A *spatially adaptive fast atmospheric correction algorithm*. International J. Remote Sens., 17(6):1201-1214.
- Rohmimohtarto K dan Juwana S. 2001. Biologi Laut: Ilmu Pengetahuan tentang Biologi Laut. Djambatan. Jakarta.
- Santoso, N. 2000. Pola Pengawasan Ekosistem Mangrove. Makalah disampaikan pada Lokakarya Nasional Pengembangan Sistem Pengawasan Ekosistem Laut Tahun 2000. Jakarta.
- Sheppard CRC, Matheson K, Bythell JC, Murphy P, Blair Myers C, Blake B 1995 *Habitat mapping in the Caribbean for management and conservation: use and assessment of aerial photography*. Aquat Conserv marine Freshwat Ecosystems 5: 277-298.
- Supriharyono. 2002. *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang*. jambatan. Jakarta.
- Susilo, S. B. dan J. L. Gaol. 2008. Dasar dasar Penginderaan Jauh Kelautan. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sutanto. 1986. Penginderaan Jauh, Jilid I dan II. Universitas Gajah mada Press. Yogyakarta.
- United Nations, United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS)*. 1982.
- Wibisono, M. S. 2005. Pengantar Ilmu Kalautan. Penerbit PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.
- Widianingsih, 1991. Hubungan Antar Sifat dan Kimia Oseanografi terhadap Keberadaan Zooplankton di Perairan Muara Baru, Teluk Jakarta. Laporan PKL. Program Studi Ilmu Kelautan.
- Fakultas Perikanan IPB. Bopgor. Tidak Untuk di Publikasikan.
- Widjajanto, Andi. 2005. Evolusi doktrin Pertahanan Indonesia. Universitas Indonesia, Jakarta.

