

# ANALISIS SEBARAN DAN KERAPATAN MANGROVE MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT 8 DI SEGARA ANAKAN, CILACAP

Anang Dwi Purwanto<sup>\*)</sup>, Wikanti Asriningrum<sup>\*)</sup>, Gathot Winarso<sup>\*)</sup>, Ety Parwati<sup>\*)</sup>

<sup>\*)</sup>Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh - LAPAN

e-mail: anang\_depe@yahoo.com

## Abstract

Indonesia is the largest archipelago country which has the potential coastal marine resources which one of them is a mangrove ecosystem. The characteristic of Indonesian mangrove ecosystem have the highest species diversity in the world. However, the condition of the mangrove regarding both qualitatively and quantitatively has decreased from year to year. The decrease of mangrove quality become serious concerning over the extent of the shrinkage. Change of canopy density is one of the indication to monitor its quality. Utilization of Landsat satellite imagery remote sensing has been done in this research. Concomitant with the development of a series of Landsat satellite images, the processing was performed in this research for Landsat 8 image acquisition date of May 30, 2013 to analyze the distribution and density of mangrove using vegetation index analysis in Segara Anakan, Cilacap. Step of mangrove identification was done by using a composite RGB of band of 564, then the separation of mangrove and non - mangrove objects using unsupervised classification method. The next step is to analyze the density of mangroves by using the formula of NDVI. The results showed that the area of mangroves in Segara Anakan, Cilacap is about 6,716 hectares with an accuracy rate of 82.05 %. The results of the analysis of vegetation index in the area of mangrove showed that the density of mangrove dominated with medium density.

**Key Words:** *Density, Mangrove, NDVI, Segara Anakan, Landsat 8*

## Abstrak

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar yang memiliki potensi sumber daya wilayah pesisir laut yang besar dimana salah satunya adalah hutan mangrove. Ciri khas dari hutan mangrove Indonesia adalah memiliki keragaman jenis yang tertinggi di dunia. Akan tetapi, kondisi mangrove tersebut baik secara kualitatif maupun kuantitatif terus menurun dari tahun ke tahun. Penurunan kualitas mangrove menjadi perhatian serius seiring dengan penyusutan luasnya. Perubahan kerapatan tajuk merupakan salah satu indikasi untuk memantau kualitasnya. Pemanfaatan citra satelit penginderaan jauh Landsat telah dilakukan. Seiring dengan berkembangnya citra satelit seri Landsat, maka pada penelitian ini dilakukan pengolahan citra Landsat 8 akuisisi tanggal 30 Mei 2013 untuk menganalisis sebaran dan kerapatan mangrove menggunakan analisis indeks vegetasi di Segara Anakan, Cilacap. Tahapan identifikasi mangrove dilakukan dengan menggunakan komposit band RGB 564, kemudian dilakukan pemisahan obyek mangrove dan non mangrove dengan menggunakan metode klasifikasi *unsupervised*. Tahap selanjutnya adalah melakukan analisis kerapatan mangrove dengan menggunakan formula NDVI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luasan mangrove di Segara Anakan, Cilacap sebesar 6.716 Ha dengan tingkat akurasi sebesar 82,05 %. Hasil analisis indeks vegetasi pada area mangrove menunjukkan bahwa kondisi kerapatan mangrove didominasi dengan kerapatan sedang.

**Kata Kunci:** *Kerapatan, Mangrove, NDVI, Segara Anakan, Landsat 8*

## 1. Pendahuluan

Kawasan hutan mangrove umumnya terdapat di seluruh pantai Indonesia dan hidup serta tumbuh berkembang pada lokasi-lokasi yang mempunyai hubungan pengaruh pasang surut yang menggenangi pada aliran sungai yang terdapat di sepanjang pesisir pantai (Tarigan, 2008). Sebagai sebuah hutan, hutan mangrove terdiri dari beragam organisme yang juga saling berinteraksi satu sama lainnya. Fungsi fisik dari hutan mangrove di antaranya: sebagai pengendali naiknya batas antara permukaan air tanah dengan permukaan air laut ke arah daratan (intrusi), sebagai kawasan penyangga, memacu perluasan lahan dan melindungi garis pantai agar terhindar dari erosi atau abrasi.

Segara Anakan merupakan sebuah teluk di bagian selatan Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Di depannya membentang sepanjang kurang lebih 30 kilometer arah timur - barat adalah Pulau Nusakambangan yang melindungi teluk tersebut dari gelombang Samudera Hindia. Kondisi pasang surut dan kadar garamnya masih mencirikan sifat - sifat laut, tetapi gelombang dan arusnya sudah teredam

sehingga menjadi perairan yang tenang sehingga banyak orang yang menyebut Segara Anakan sebagai lagoon atau laguna.

Hutan mangrove dapat diidentifikasi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh, dimana letak geografi hutan mangrove yang berada pada daerah peralihan darat dan laut memberikan efek perekaman yang khas jika dibandingkan obyek vegetasi darat lainnya (Faizal et al., 2005). Dengan teknologi ini, nilai spektral pada citra satelit dapat diekstraksi menjadi informasi obyek jenis mangrove pada kisaran spektrum tampak dan inframerah - dekat (Suwargana, 2008). Mangrove di kawasan sepanjang pantai dan pertambakan dapat terlihat jelas dari citra FCC (*False Color Composit*). Kombinasi tersebut masing-masing adalah band 4,5, dan 7 untuk Landsat-MSS atau band 2,3 dan 4 untuk Landsat-TM; masing-masing dengan filter *Blue*, *Green* dan *Red*. Hutan mangrove terlihat dengan warna merah kegelapan pada citra FCC. Warna merah merupakan reflektansi vegetasi yang terlihat jelas pada citra band inframerah, sedangkan kegelapan merupakan reflektansi tanah berair yang terlihat jelas pada citra band merah (Dewanti et al., 1998 dalam Suwargana, 2008). Penelitian yang dilakukan Waas (2010) menunjukkan bahwa analisis data citra untuk penentuan vegetasi mangrove menggunakan citra Landsat 7 ETM+ mengacu pada hasil eksplorasi citra komposit RGB 453.

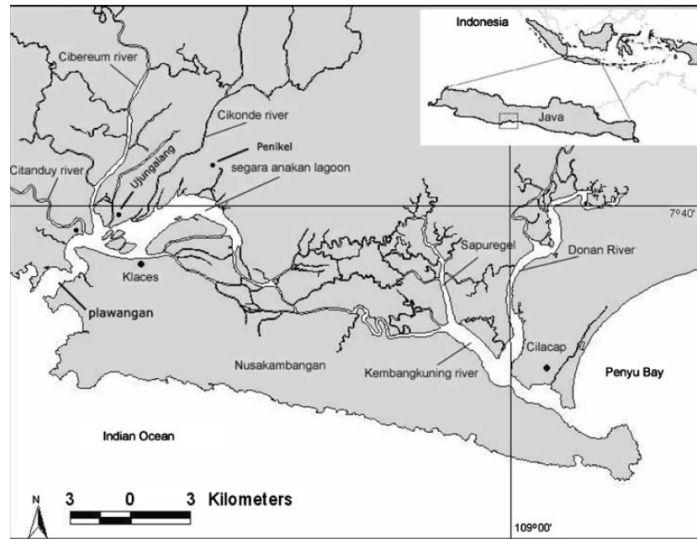
Penelitian mengenai deteksi sebaran hutan mangrove beserta kerapatannya di wilayah Segara Anakan telah dilakukan oleh banyak peneliti. Kondisi hutan mangrove dari tahun 1994 - 2000 terus mengalami penurunan luas dan perubahan tingkat kerapatan. Hal itu disebabkan oleh banyaknya konversi penggunaan lahan dari penutup lahan yang satu menjadi penutup lahan lain yang banyak (Parwati, 2001). Pada saat ini, wilayah Segara Anakan mengalami tekanan yang besar yaitu tingginya laju sedimentasi dari daratan dan penebangan liar yang mengakibatkan penurunan hutan mangrove baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Untuk melihat kondisi terkini mengenai sebaran dan kerapatan hutan mangrove di Segara Anakan perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan data terbaru. Salah satu satelit terbaru yang bisa dimanfaatkan untuk mendeteksi hutan mangrove adalah Landsat 8. Satelit ini melanjutkan misi satelit Landsat 7 (ETM+) sebelumnya. Hal ini terlihat dari karakteristiknya yang mirip dengan Landsat 7, baik resolusinya (spasial, temporal, spektral), metode koreksi, ketinggian terbang maupun karakteristik sensor yang dibawa. Akan tetapi ada beberapa tambahan yang menjadi titik penyempurnaan dari Landsat 7 seperti jumlah band, rentang spektrum gelombang elektromagnetik terendah yang dapat ditangkap sensor serta nilai bit dari tiap piksel data (Ayuindra, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sebaran hutan mangrove beserta kerapatannya dengan menggunakan citra satelit Landsat 8 di Segara Anakan, Cilacap.

## **2. Metodologi**

### **2.1. Lokasi, Bahan dan Alat Penelitian**

Lokasi penelitian dilakukan di daerah Segara Anakan, Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah dengan batasan koordinat 7°37'22"-7°47'37" LS dan 108°45'11"-109°2'54" BT (Gambar 1). Data satelit yang digunakan adalah citra satelit Landsat 8 Path 121/Row 065 akuisisi tanggal 30 Mei 2013 yang telah terkoreksi geometrik dan radiometrik. Alat yang digunakan untuk validasi data lapangan di antaranya: GPS Trimble Juno 3B, kamera DSLR, perahu dan alat tulis. Perangkat lunak yang digunakan sebagai

sarana pengolahan, perhitungan dan interpretasi data diantaranya: Er Mapper 6.4, Arcview 3.3, Global Mapper 11 dan Microsof Excell 2007.



Gambar 2-1. Peta Lokasi Penelitian (Sumber : Ardli dan Wolff, 2008)

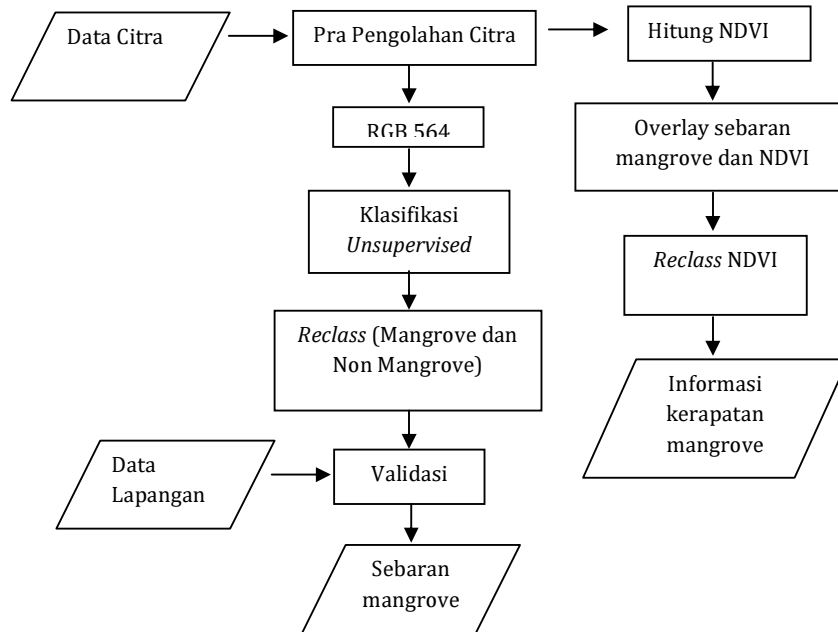
**2.2. Metode**

Untuk mengidentifikasi hutan mangrove dengan data citra satelit Landsat 7 ETM+ mengacu pada eskplorasi citra komposit RGB 453. Sedangkan pada citra satelit Landsat 8 digunakan komposit RGB 564 di mana ketiga band tersebut termasuk dalam kisaran spektrum tampak dan inframerah - dekat dan mempunyai panjang gelombang yang sesuai dengan panjang gelombang band 4, band 5 dan band 3 pada citra satelit landsat 7 ETM+. Tabel 1 adalah perbandingan spesifikasi band pada Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8.

Tabel 2-1. Perbandingan Spesifikasi Band Landsat 7 dan Landsat 8 (Sumber : NASA, 2008)

L7 ETM+ Bands		LDCM OLI/TIRS Band	
Band	Spesifikasi	Band	Spesifikasi
		Band 1	Coastal/Aerosol, (0.433 – 0.453 μm), 30
Band 1	Blue, (0.450 – 0.515 μm), 30 m	Band 2	Blue, (0.450 – 0.515 μm), 30 m
Band 2	Green, (0.525 – 0.605 μm), 30 m	Band 3	Green, (0.525 – 0.600 μm), 30 m
Band 3	Red, (0.630 – 0.690 μm), 30 m	Band 4	Red, (0.630 – 0.680 μm), 30 m
Band 4	Near-Infrared, (0.775 – 0.900 μm), 30	Band 5	Near-Infrared, (0.845 – 0.885 μm), 30 m
Band 5	SWIR 1, (1.550 – 1.750 μm), 30 m	Band 6	SWIR 1, (1.560 – 1.660 μm), 30 m
Band 7	SWIR 2, (2.090 – 2.350 μm), 30 m	Band 7	SWIR 2, (2.100 – 2.300 μm), 30 m
Band 8	Pan, (0.520 – 0.900 μm), 15 m	Band 8	Pan, (0.500 – 0.680 μm), 15 m
		Band 9	Cirrus, (1.360 – 1.390 μm), 30 m
Band 6	LWIR, (10.00– 12.50 μm), 15 m	Band 10	LWIR 1, (10.3 – 11.3 μm), 100 m
		Band 11	LWIR 2, (11.5 – 12.5 μm), 100 m

Secara garis besar diagram alir penelitian ini ditampilkan pada Gambar 2-2 di bawah ini:



Gambar 2-2. Diagram Alir Penelitian

Untuk menghitung nilai kerapatan hutan mangrove digunakan metode rasio *band* Inframerah dekat (NIR) dan *band* merah (Green et al., 2000 dalam Waas, 2010) dengan formula di bawah ini :

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{red})}{(\text{NIR} + \text{red})} \quad (2-1)$$

Dimana **NDVI** adalah nilai NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), **NIR** adalah band 5 dari citra Landsat 8 dan **Red** adalah band 4 dari citra Landsat 8.

Untuk menentukan nilai kerapatan tajuk mangrove menggunakan hasil dari perhitungan NDVI. Kemudian nilai kelas NDVI tersebut diklasifikasi ulang (*reclass*) menjadi tiga kelas, yaitu kerapatan jarang, sedang dan lebat. Perhitungan interval kelas kerapatan berdasarkan rumus sebagai berikut : (Strurgess dalam Setiawan, 2013).

$$\text{KL} = \frac{\text{xt} - \text{xr}}{\text{k}} \quad (2-2)$$

Dimana **KL** adalah kelas interval, **xt** adalah nilai tertinggi, **xr** adalah nilai terendah dan **k** adalah jumlah kelas yang diinginkan.

Dalam suatu penelitian yang menggunakan data dan metode tertentu perlu dilakukan uji ketelitian kembali karena hasil uji ketelitian tersebut sangat mempengaruhi besarnya kepercayaan pengguna terhadap setiap jenis data maupun metode analisisnya. Untuk mengetahui tingkat akurasi dari hasil klasifikasi digunakan metode uji ketelitian klasifikasi *confusion matrix* yang mengacu pada Short (1982) dalam Purwadi (2001) dengan formula sebagai berikut :

$$\text{MA} = (\text{Xcr pixel}) / (\text{Xcr pixel} + \text{Xo pixel} + \text{Xco pixel}) * 100 \% \quad (2-3)$$

Dimana **MA** adalah ketelitian pemetaan sebaran mangrove (*mapping accuracy*), **Xcr** adalah jumlah kelas X yang terkoreksi, **Xo** adalah jumlah kelas X yang masuk ke kelas lain (omisi) dan **Xco** adalah jumlah kelas X tambahan dari kelas lain (komisi).

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Validasi Sebaran Mangrove

Untuk mengetahui tingkat akurasi sebaran mangrove yang diperoleh dari citra satelit, dilakukan validasi menggunakan data lapangan. Survei lapangan telah dilakukan pada tanggal 19 - 24 November 2013 di Segara Anakan, Cilacap dengan jumlah titik sampling sebanyak 47 buah yang secara keseluruhan tersebar pada wilayah hutan mangrove. Gambar 3-1 adalah hasil plotting titik hasil cek lapangan yang tersebar pada area hutan mangrove di Segara Anakan.

Titik stasiun sampling terlihat pada Gambar 3-1 dan ditandai dengan kotak berwarna merah. Titik tersebut tersebar hampir di seluruh wilayah hutan mangrove Segara Anakan, yaitu di sepanjang aliran Sungai Donan, Sungai Sapu Regel, Sungai Kembang Kuning dan di sekitar Laguna. Setelah dilakukan pengolahan data hasil cek lapangan, ditemukan banyak kecocokan antara hasil analisa dengan data lapangan. Survei dilaksanakan selama 4 (empat) hari dengan menempuh jalur darat dan sungai yang berada di wilayah Segara Anakan. Obyek yang dianalisa dikelompokkan menjadi 2 (dua) obyek yaitu: mangrove dan non mangrove. Untuk obyek non mangrove meliputi: vegetasi darat, lahan kosong, tambak, sawah dan pemukiman. Dari 47 stasiun sampling yang diamati diperoleh kecocokan yang sama untuk obyek mangrove sebanyak 32 buah, sedangkan untuk obyek non mangrove sebanyak 10 buah.

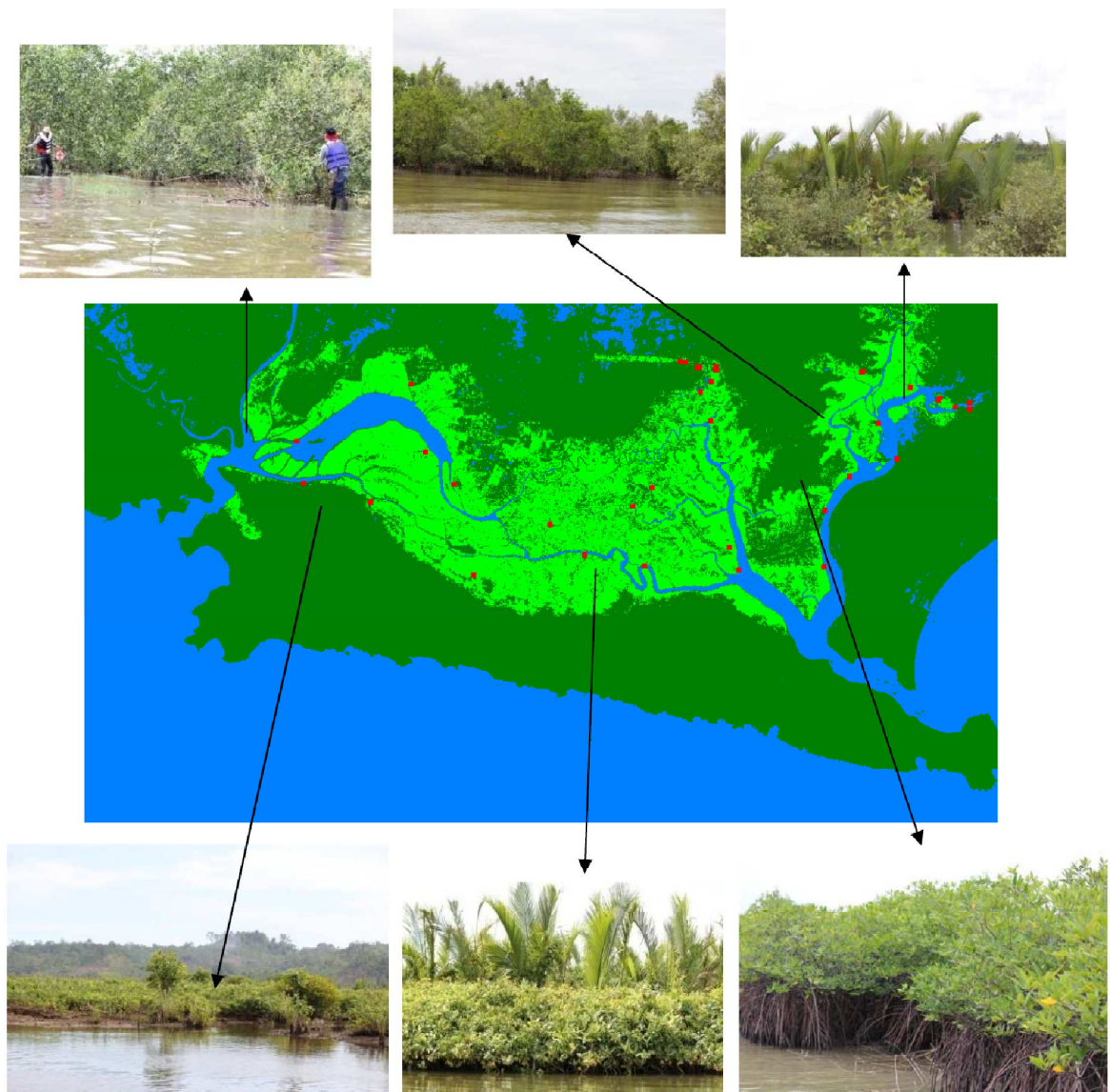
Pada saat pengambilan data lapangan, ditemukan beberapa hal yang menarik terkait karakteristik spektral obyek mangrove di Segara Anakan yaitu adanya obyek mangrove yang tidak terkelaskan sebagai kelas mangrove. Hal itu salah satunya dikarenakan adanya pengaruh pasang surut air laut. Kondisi di lapangan menunjukkan obyek mangrove yang tergenang oleh air laut mempunyai karakteristik spektral yang berbeda dengan obyek mangrove yang tidak tergenang oleh air laut (kondisi permukaan tanah kering). Hal itu juga diperkuat dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Ajithkumar, dkk (2008) tentang karakteristik spektral mangrove tidak hanya dipengaruhi oleh kandungan klorofil saja tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitarnya yaitu air dan tanah.

Untuk mengetahui tingkat akurasi interpretasi sebaran mangrove di Segara Anakan maka perlu dilakukan uji ketelitian hasil klasifikasi. Tabel 3-1 merupakan hasil analisa uji tingkat ketelitian klasifikasi dengan menggunakan matrik kesalahan (*confusion matrix*).

Berdasarkan Tabel 3-1 di atas diperoleh hasil ketelitian pemetaan sebaran mangrove (MA) untuk hutan mangrove sebesar 82,05 %. Hal ini menunjukkan bahwa informasi spasial sebaran mangrove yang dihasilkan memiliki tingkat akurasi yang cukup memadai dan dapat dipercaya tingkat kebenarannya.

### 3.2. Kondisi Sebaran Mangrove

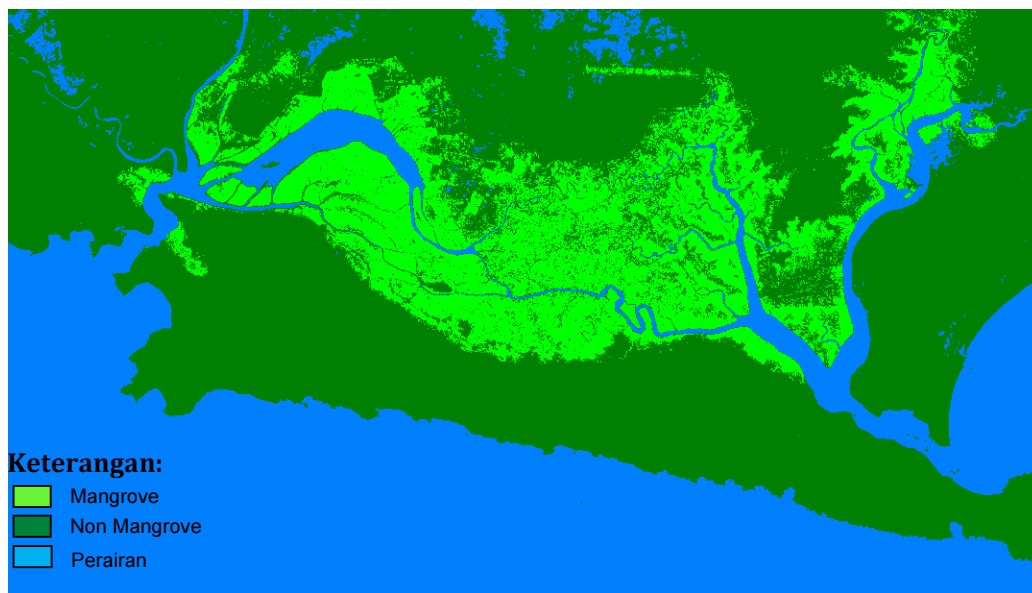
Hasil penelitian menunjukkan luas mangrove Segara Anakan sebesar 6.716 Ha. Sedangkan menurut Ardli, *et al.*, (2013) luas mangrove di Segara Anakan pada tahun 2012 sebesar 8.000 Ha. Hal itu sebagai salah satu indikasi telah terjadi penurunan luas mangrove sebesar 1.284 Ha dibandingkan tahun sebelumnya. Penurunan luas mangrove disebabkan oleh faktor alam dan aktivitas manusia. Kondisi di lapangan menunjukkan banyaknya aktivitas manusia yang sangat membahayakan keberadaan dari hutan mangrove, diantaranya: *illegal logging*, perubahan tata guna lahan, polusi dan tingginya sedimentasi hingga terbentuk daratan-daratan baru. Oleh karena itu pihak terkait diharapkan semakin meningkatkan pengawasan dan sosialisasi terkait pentingnya menjaga kelestarian hutan mangrove. Pada Gambar 3-2 akan ditunjukkan kondisi sebaran hutan mangrove pada bulan Mei 2013.



Gambar 3-1. Ploting titik hasil cek lapangan

Tabel 3-1. Matriks kesalahan klasifikasi

DATA LAPANGAN						
DATA HASIL KLASIFIKASI		Mangrove	Non Mangrove	Total Baris	Omisi Pixel	MA (%)
	Mangrove	32	1	33	1	82,05
	Non Mangrove	2	10	12	6	58,82
	Total / OA	34	10	45	7	93,33
	Komisi Pixel	6	1	7		



Gambar 3-2. Sebaran Hutan Mangrove

Pada Tabel 3 diperlihatkan perubahan habitat di Segara Anakan (dalam satuan Ha) yang diperoleh dari Ardli dan Wolff (2008) yang menunjukkan bahwa penyusutan luasan habitat Mangrove, Laguna, Sungai dan Mutflat berbanding terbalik dengan bertambahnya luasan Pemukiman, Sawah, Tegalan, Tambak dan Area Industri.

Hutan mangrove di Segara Anakan dapat tumbuh subur dikarenakan pada wilayah tersebut merupakan muara dari sungai-sungai yang cukup besar, diantaranya Sungai Citanduy, Sungai Cimeneng, Sungai Cibereum, Sungai Sapu Regel, Sungai Donan dan sebagainya. Oleh karena itu, pertemuan air tawar yang berasal dari sungai - sungai tersebut dan air asin yang berasal dari samudera Hindia menyebabkan kawasan tersebut sebagai suatu kawasan air payau. Dengan keadaan yang seperti di atas memungkinkan vegetasi mangrove tumbuh dengan subur yang menyebabkan terbentuknya hutan mangrove.

Tabel 3-2. Perubahan Habitat di Segara Anakan (sumber : Ardli, *et al.*, (2008))

Habitat	1978	1987	1991	1995	1998	2001	2004	2006
Mangrove	17090.1	15827.6	12592.3	10974.6	10938.3	9881.6	9271.6	9237.8
Laguna	3491.0	2224.8	1187.4	1173.1	1173.2	1004.1	931.8	1001.9
Sungai	2731.2	2203.8	2281.4	2286.4	2286	2270.9	2323.6	2052.2
Mud flat	462.5	655.4	859.8	381.6	317.6	144.6	27.4	173.3
Pemukiman	61.7	247.8	260.8	258.8	263.8	292.0	312.1	313.0
Sawah	0	1725.7	5783.5	7786.9	7778.3	8875.2	9442.6	9501.0
Tegalan	0	717.5	596.5	593.7	625.0	632.0	755.3	134.8
Tambak	0	136.0	175.5	282.1	355.0	603.9	568.3	471.7
Area industri	0	97.9	99.3	99.3	99.3	132.2	203.8	211.7

### 3.3. Indeks Vegetasi (NDVI)

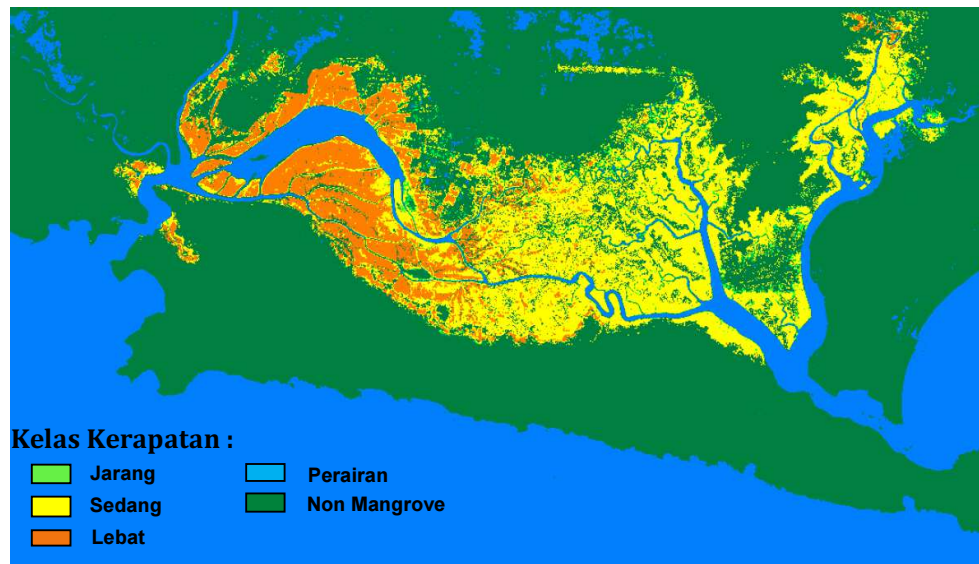
Indeks vegetasi merupakan kombinasi matematis antara band *red* dan band NIR yang telah lama digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan dan kondisi vegetasi (Lillesand dan Kiefer, 1997). Nilai NDVI mempunyai rentang dari -1.0 (minus 1) hingga 1.0 (positif 1). Nilai yang mewakili vegetasi berada pada rentang 0.1 hingga 0.7, jika nilai NDVI di atas nilai ini menunjukkan tingkat kesehatan dari tutupan vegetasi yang lebih baik (Prahasta, 2008 *dalam* Waas, 2010). Pada penelitian ini, nilai NDVI minimum adalah 0,06 dan nilai NDVI maksimum adalah 0,60. Kemudian dilakukan klasifikasi kerapatan yang terbagi dalam tiga kelas kerapatan tajuk, yaitu: jarang, sedang dan lebat, dimana untuk mendapatkan interval kelas tersebut dengan cara nilai NDVI tertinggi dikurangi nilai NDVI terendah dibagi 3. Tabel 3-3 merupakan hasil perhitungan dari interval NDVI.

Tabel 3-3. Hasil Perhitungan Interval NDVI

No.	Nilai NDVI	Kelas Kerapatan	Persentase
1.	0.0001 – 0.25	Kerapatan tajuk jarang	5 %
2.	0.25 – 0.50	Kerapatan tajuk	68 %
3.	0.50 – 1,00	Kerapatan tajuk lebat	27 %

Pada Gambar 3-3 ditunjukkan sebaran kerapatan mangrove di Segara Anakan, Cilacap. Pada gambar tersebut terlihat kondisi kerapatan lebat teridentifikasi berada di sisi barat, dimana pada area ini banyak ditumbuhi spesies *Derris trifoliata* dan *Achanthus ilicifolius*. Dua spesies ini adalah semak, sehingga tingkat kerapatan lebat dengan kedua spesies ini perlu dipandang sebagai penurunan kualitas hutan mangrove.





Gambar 3-3. Sebaran Kerapatan Mangrove

Distribusi kerapatan sedang teridentifikasi di sepanjang aliran Sungai Donan, Sungai Sapuregel dan Sungai Kembang Kuning; dimana kelas kerapatan ini cenderung mendominasi vegetasi mangrove di wilayah Segara Anakan. Distribusi kerapatan jarang relatif sempit dan teridentifikasi di sekitar hulu Sungai Donan (daerah Tritih) dimana lokasi tersebut merupakan muara dari sungai-sungai yang berasal dari Cilacap sehingga menyebabkan pendangkalan. Hal itu diperkuat juga dengan ditemukannya spesies *Avicennia Alba* yang tumbuh di lokasi ini, dimana spesies mangrove tersebut merupakan salah satu jenis mangrove pioner di Segara Anakan.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan analisa dan pembahasan dapat diperoleh kesimpulan bahwa sebaran mangrove terkonsentrasi di area sekitar laguna (sisi barat), sepanjang aliran sungai Kembang Kuning (sekitar Pulau Nusakambangan atau sisi selatan), sepanjang aliran sungai Sapuregel (sisi tengah) dan di sepanjang aliran Sungai Donan (sisi timur dan utara). Segara Anakan mempunyai potensi yang cukup besar untuk pelestarian mangrove, akan tetapi pada tahun 2013 terjadi penurunan sebaran dan luasan mangrove dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Sementara itu, tingkat kerapatan sedang mendominasi distribusi hutan mangrove di Segara Anakan 68%; sedangkan kerapatan lebat 27% dan kerapatan jarang 5%. Nilai indeks vegetasi (NDVI) mangrove di Segara Anakan berkisar antara 0,06 - 0,60.

Ketelitian hasil interpretasi mangrove perlu ditingkatkan dengan menambah jumlah titik stasiun di lapangan dan menggunakan metode klasifikasi lain yang telah teruji. Kemudian perlu dilakukan korelasi antara kondisi sebaran mangrove dengan aktivitas masyarakat sekitar guna mendapatkan informasi penting terkait pengaruh aktivitas masyarakat terhadap kelangsungan hidup dan kelestarian hutan mangrove.

## 5. Daftar Rujukan

- Ajithkumar, T.T., Thangaradjou, T., Kannan, L. 2008. Spectral Reflectance Properties of Mangrove Species of the Muthupettai Mangrove Environment, Tamil Nadu. *Journal of Environmental Biology*, 29 (5) 785-788.
- Ardli, E.R. 2013. *Ekosistem Mangrove Segara Anakan*. Laporan Penelitian Universitas Jenderal Soedirman (belum dipublikasikan).
- Ardli, E.R. Pulungsari, A.E. Sastranegara, M.H. Jennerjahn, T. Nordhaus, I., 2009. *Pemetaan Potensi dan Monitoring Parameter Kunci Meliputi Kondisi Lingkungan dan Distribusi Organisme pada Ekosistem Mangrove Segara Anakan Cilacap, Indonesia*. Laporan Penelitian Universitas Jenderal Soedirman (belum dipublikasikan).
- Ardli, E.R, Wolff. M. 2008. *Land Use and Land Cover Change Affecting Habitat Distribution in the Segara Anakan Lagoon, Java, Indonesia Over the Past 25 Years (1978 – 2004)*. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, Vol. 5 (4): 59-67.
- Ayuindra, M. 2013. *Analisa Perubahan Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat (Studi Kasus : Sulawesi Selatan tahun 1999 – 2013)*. Laporan Penelitian Institut Teknologi Surabaya (belum dipublikasikan).
- Faizal, A., dan Amran, M.A. 2005. *Model Transformasi Indeks Vegetasi yang Efektif untuk Prediksi Kerapatan Mangrove Rhizophora Mucronata*. Prosiding PIT MAPIN XIV ITS Surabaya, 14-15 September 2005.
- Lillesand T.M, W.R. Kiefer. 1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- NASA. 2010. *Landsat Data Continuity Mission Brochure*. <http://www Landsat.gsfc.nasa.gov> [November 2013].
- Parwati, E. 2001. *Analisis Inderaja dalam Evaluasi Turunnya Kualitas Lingkungan (Studi Kasus Perairan Segara Anakan, Cilacap)*. Artikel Tesis Perpustakaan Universitas Indonesia (belum dipublikasikan).
- Purwadhi, S. H. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta : Grasindo.
- Setiawan, H., Sudarsono, B., Awaluddin, M., 2013. *Identifikasi Daerah Prioritas Rehabilitasi Lahan Kritis Kawasan Hutan dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Kabupaten Pati)*. *Jurnal Geodesi Undip*, Volume 2, Nomor 3, Tahun 2013, (ISSN : 2337-845X).
- Sihotang, C.A.P., 2012. *Analisis Luasan Hutan Mangrove di Kepulauan Tanakeke Propinsi Sulawesi Selatan Menggunakan Citra Landsat 7 ETM*. Laporan Penelitian Universitas Sriwijaya (belum dipublikasikan).
- Suwargana, N. 2008. *Analisis Perubahan Hutan Mangrove Menggunakan Data Penginderaan Jauh di Pantai Bahagia, Muara Gembong, Bekasi*. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Digital*. Vol 5.
- Tarigan, M.S. 2008. *Sebaran dan Luas Hutan Mangrove di Wilayah Pesisir Teluk Pising Utara Pulau Kabaena Provinsi Sulawesi Tenggara*. *Makara, Sains*, VOL. 12, NO. 2, November 2008: 108-112.
- Waas, H.J.D., Nababan. B. 2005. *Pemetaan dan Analisis Index Vegetasi Mangrove di Pulau Saparua, Maluku Tengah*. *E-Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 2, No. 1, Hal. 50-58, Juni 2010.
- White, A.T., Martosubroto, P., Sadorra, M.S.M. 1989. *The Coastal Environment Profile of Segara Anakan-Cilacap, South Java, Indonesia*. ICLARM. Association of Southeast Asian Nations. United States Coastal Resources Management Project. Techn Publ Ser 4:81.