

# Faktor Spasial, Ekologi, dan Sosial Ekonomi untuk Penilaian Kondisi Ekosistem Mangrove Studi Kasus: Segara Anakan

Muhammad Faisal Rachmansyah<sup>1\*</sup>, Rudhi Pribadi<sup>1</sup>, Suyadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Dr. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia

<sup>2</sup>Pusat Riset Ekologi dan Etobiologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Cibinong Science Center  
Jl. Raya Jakarta-Bogor, KM 46, Cibinong, Jawa Barat Indonesia  
Email: faisalrachmansyah@students.undip.ac.id

## Abstrak

Mangrove merupakan ekosistem multifungsi yang menyediakan sumber daya dan berbagai jasa ekosistem yang sangat penting bagi kelangsungan mata pencaharian lokal dan ekonomi nasional. Semakin tingginya faktor antropogenik di ekosistem mangrove akhir-akhir ini, mengakibatkan kondisi lingkungan dan sumber daya semakin menurun. Hanya saja, faktor ini sering dikesampingkan dalam penilaian kesehatan ekosistem mangrove. Penelitian ini bertujuan merumuskan kriteria yang tepat dan mudah diaplikasikan dalam menentukan kondisi kesehatan ekosistem mangrove dengan mempertimbangkan parameter yang terkait dalam penilaian kondisi ekosistem mangrove diantaranya parameter spasial yang mencakup indeks mangrove dan perubahan garis pantai, parameter ekologi yang terdiri dari indeks kesehatan mangrove dan kelimpahan spesies mangrove serta parameter sosial ekonomi yang mencakup tingkat partisipasi dan pengetahuan masyarakat, dengan mengambil studi kasus di Segara Anakan, Kabupaten Cilacap. Selanjutnya, penilaian kondisi mangrove dilakukan berdasarkan total skor yang diurutkan dari 1 sampai 3 yaitu. 1 (baik), 2 (sedang), 3 (buruk). Dengan demikian, ekosistem mangrove di Kawasan Segara Anakan dapat tergolong sedang. Penebangan liar adalah penyebab utama, jadi ada perlu adanya kebijakan yang jelas yang melibatkan pemerintah dan masyarakat. Ditambah juga melimpahnya spesies invasif seperti *Derris* dan *Acanthus* di sebelah barat serta masih rendahnya pengetahuan serta partisipasi masyarakat di Kawasan Segara Anakan. Hasil ini menunjukkan perlu adanya strategi yang terpadu untuk mencegah pembalakan liar, pengelolaan spesies invasif dan ekosistem mangrove.

**Kata Kunci :** Mangrove, Indeks baru, Laguna Segara Anakan, Multisektor

## Abstract

### *Spatial, Ecological, And Socio-Economic Factors for Assessing The Condition Of Mangrove Ecosystems Case Study: Segara Anakan*

*Mangroves are multifunctional ecosystems that provide resources and various ecosystem services that are very important for the sustainability of local livelihoods and the national economy. The increasing number of anthropogenic factors in the mangrove ecosystem lately has resulted in declining environmental conditions and resources. However, this factor is often overlooked in the assessment of the health of the mangrove ecosystem. This study aims to formulate precise and easy-to-apply criteria in determining the health condition of the mangrove ecosystem by considering the parameters related to the assessment of the condition of the mangrove ecosystem, including spatial parameters including mangrove index and shoreline change, ecological parameters consisting of mangrove health index and abundance of mangrove species. and socio-economic parameters that include the level of community participation and knowledge, taking a case study in Segara Anakan, Cilacap Regency. Furthermore, the assessment of the condition of the mangroves was carried out based on the total score which was ordered from 1 to 3 viz. 1 (good), 2 (moderate), 3 (bad). Thus, the mangrove ecosystem in the Segara Anakan area can be classified as moderate. Illegal logging is the main cause, so there needs to be a clear policy that involves the government*

and the community. In addition, the abundance of invasive species such as *Derris* and *Acanthus* in the west and the lack of knowledge and community participation in the Segara Anakan area. These results indicate the need for an integrated strategy to prevent illegal logging, management of invasive species and mangrove ecosystems.

**Keywords :** Mangrove, New Index, Segara Anakan Lagoon, multisectors

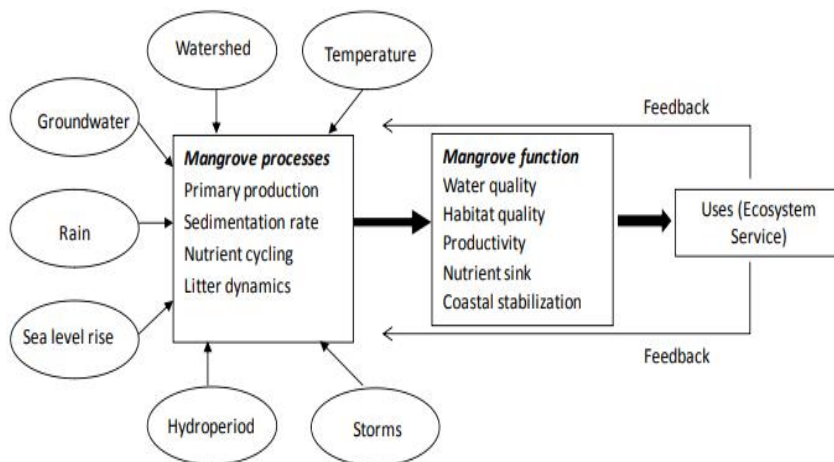
**PENDAHULUAN**

Mangrove, atau 'mangal', adalah sebuah sistem padanan sub-tropis dan tropis dari sistem rawa asin pesisir dan muara beriklim sedang (Maltby, 1986). Pada dasarnya mangrove yang merupakan sebuah ekosistem memiliki kemampuan mentolerir garam dan menempati zona intertidal antara darat dan laut. Istilah 'mangrove' telah dibahas oleh para ahli dan ilmuwan selama bertahun-tahun (Tomlinson, 1994). Ditambahkan juga bahwa biasanya mangrove digunakan untuk mengidentifikasi kumpulan pohon dan semak yang memiliki mengembangkan adaptasi morfologi terhadap lingkungan pasang surut ini (misalnya akar udara, garam kelenjar ekskresi dan vivipar biji), serta ekosistem itu sendiri. Selain itu, juga digunakan untuk ekosistem tumbuhan yang telah mengembangkan adaptasi khusus untuk hidup di lingkungan pasang surut ini (Tomlinson, 1994).

Ekosistem mangrove menghadapi berbagai masalah atau tantangan antara lain dampak dari aktivitas manusia yang melakukan pemanfaatan destruktif dan faktor alam seperti abrasi. Pengurangan luasan dan menurunnya kualitas perairan ekosistem mangrove adalah ancaman yang serius terhadap suatu kawasan yang

penduduknya sangat bergantung terhadap sumberdaya yang ada di ekosistem mangrove (Schaduw *et al.*, 2011).

Berbagai faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ekosistem mangrove seperti faktor geomorfologi, hidrologis, hingga klimatologi membentuk sebuah kehidupan yang saling berkaitan (Jiménez *et al.*, 2010). Tingginya gangguan alam dan antropogenik yang terjadi di ekosistem mangrove tercermin dari hilangnya beragam fungsi yang dihasilkan dari ekosistem ini yang pada akhirnya berdampak kepada jasa ekosistem yang dihasilkan oleh ekosistem mangrove (Jiménez *et al.*, 2010). Hal ini juga berpengaruh terhadap kapasitas jasa lingkungan yang dihasilkan oleh ekosistem mangrove seperti perlindungan garis pantai, peningkatan kualitas air, taraf ekonomi masyarakat sekitar hingga tersedianya tempat berkembang biak dan mencari makan berbagai fauna (Twilley, 1995). Faktor-faktor tersebut turut menentukan struktur, komposisi dan fungsi ekosistem mangrove diantaranya keanekaragaman hayati yang beragam, pasokan nutiren, hingga tingginya produktivitas primer di ekosistem tersebut. Selengkapny pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Kerangka konseptual dari sektor ekologi, fungsi dan jasa lingkungan pada ekosistem mangrove (dimodifikasi dari Twilley 1995).

Parameter keanekaragaman hayati yang mencakup semua kondisi lingkungan tidak hanya menjadikannya menjadi sebuah konsep yang penting, namun justru menjadi sangat samar. Williams (2004) menunjukkan bukti bahwa parameter keanekaragaman hayati merupakan konsep yang terlalu luas apabila digunakan untuk mengukur secara keseluruhan ekosistem, dan memiliki rentang nilai yang berbeda tergantung pada konteks yang sedang digunakan. Jika peneliti, kelompok masyarakat dan pembuat kebijakan harus memenuhi salah satu komitmen dalam parameter tersebut dan digunakan sebagai bentuk pemantauan maupun penilaian kondisi lingkungan, diperlukan cara yang sistematis dan praktis untuk mendefinisikan dan mengukur konsep ini (Williams, 2004; Sarkar and Margul, 2002). Hal ini dibutuhkan sesuai atribut parameter yang terukur dan relevan sesuai dengan konteks dan tujuan penilaiannya (Williams, 2004).

Tujuan dari penelitian ini adalah merumuskan kriteria untuk menentukan kondisi ekosistem mangrove dengan mempertimbangkan faktor yang sering dilupakan dalam penilaian kondisi ekosistem mangrove. Tabel 1 menunjukkan belum adanya parameter- parameter yang bersinggungan langsung dengan kesehatan ekosistem mangrove dan mudah diaplikasikan

oleh masyarakat sebagai pelaku utama dalam kegiatan konservasi ekosistem mangrove di daerahnya, diantaranya faktor spasial yang mencakup indeks mangrove dan perubahan garis pantai, indeks ekologi yang terdiri dari indeks kesehatan mangrove dan kelimpahan spesies mangrove serta faktor sosial ekonomi yang mencakup tingkat partisipasi dan pengetahuan masyarakat, dengan mengambil studi kasus di Segara Anakan, Kabupaten Cilacap.

**MATERI DAN METODE**

Segara Anakan terletak di sisi utara Pulau Nusa Kambangan, antara Kabupaten Cilacap di Jawa Tengah dan Kabupaten Pangandaran di Jawa Barat, Indonesia (White *et al.* 1989; Engineering Consultants, Inc. 1994; Holterman *et al.*, 2009). Kawasan Segara Anakan adalah sebuah laguna, dimana daerah tersebut merupakan kumpulan air asin yang terpisah oleh penghalang (misal: pulau, daratan, tebing, karang). Pada tahun 1903, DKP2SKSA Cilacap mencatat luas kawasan perairan Segara Anakan sebesar 6450 Ha (Darmawan, 2016). Namun, terus mengalami penyusutan akibat sedimentasi, sehingga pada tahun 2006 luas perairan Segara Anakan menjadi tidak lebih dari 834 Ha (Sumantri, 2010).

**Tabel. 1.** Indeks Penilaian Kondisi Mangrove Terdahulu

Institusi	Tahun	Indeks Penilaian
Kementerian Lingkungan Hidup Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 201 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku Dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove	2004	- Tutupan Kanopi - Kerapatan Mangrove
FAO The World’s Mangrove 1980-2005	2007	- Penilaian Sumber Daya Hutan Tropis 1980; - Informasi yang diberikan kepada Penilaian Sumber Daya Hutan Global 2000
Conservation International Ocean Health Index	2015	- Kumpulan data global, berbasis raster, resolusi 30m citra Landsat yang digunakan dalam analisis ini berasal dari tahun 2000
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Mangrove Health Index	2018	- Parameter komunitas alami (kerapatan dan tutupan kanopi) - Faktor ancaman (tebangan, sampah) - Regenerasi (Kerapatan anakan, semai)

Aktivitas pemanfaatan hutan mangrove untuk permukiman di Kawasan Segara Anakan terus berlanjut, sehingga membentuk Kecamatan Kampung Laut di Kabupaten Cilacap yang terbentuk akibat perubahan bentang lahan disertai dengan proses sedimentasi, sehingga merubah wilayah perairan menjadi daratan. Luas Daratan Kecamatan Kampung Laut sebesar 14,221.8 Ha dan terdiri dari 4 desa, yaitu Ujungalang, Ujunggagak, Klaces, dan Panikel (Pramita, 2018).

Mangrove memainkan peran penting dalam menstabilkan garis pantai di sungai pesisir dan muara dengan melindungi mereka dari lubang pasang surut serta erosi tanah (Barbier dan Sathirathai, 2004). Ditambahkan juga bahwa jika komunitas mangrove di sepanjang bantaran muara dan garis pantai terganggu, atau habis ditebang, maka tidak akan ada habitat atau makanan yang cukup untuk mendukung organisme di dalamnya daerah. Akibatnya, ekosistem yang terkait dengan mangrove akan hilang dan mengganggu sistem ekologi di sekitarnya.

Tingginya keanekaragaman hayati di ekosistem mangrove menjadikannya aset yang sangat berharga tidak hanya dilihat dari fungsi ekologisnya, tetapi juga dari fungsi ekonomisnya (Dahuri, 1996). Pada dasarnya menurut Wightman (1989), penting untuk diketahui pada saat bekerja dengan komunitas mangrove untuk menentukan vegetasi yang termasuk dan mana yang tidak termasuk dalam kategori ekosistem mangrove, dan disarankan bahwa seluruh tumbuhan vaskular di sepanjang pantai yang masih dipengaruhi pasang surut digolongkan sebagai mangrove.

Pengambilan data dilakukan dari Oktober 2020 hingga Desember 2022. Total terdapat 50 titik pengambilan sampel di sepanjang kawasan Segara Anakan yang terbagi menjadi 3 wilayah yakni 20 (Dua Puluh) titik berada di bagian barat, 10 (Sepuluh) stasiun terletak di bagian tengah dan 20 (Dua Puluh) di bagian timur yang mewakili kondisi di setiap bagian. (Gambar. 2).

### Indeks Spasial

Indeks Mangrove (IM) merupakan metode analisa mangrove secara spasial yang dikembangkan Winarso (2014). Metode ini didasarkan pada penampakan unik mangrove dalam komposit warna 654 (RGB) yang kemudian dipindai oleh Landsat 8 LDCM atau komposit 453 (RGB) oleh Landsat 7 (ETM+) dan Landsat 5TM. Ekosistem mangrove yang dalam kondisi baik digambarkan berwarna merah tua. Warna merah

tua disebabkan oleh pengaruh pasang surut di daerah pasang surut yang menciptakan karakteristik karakter jenis tanah di komunitas dan efeknya mencerminkan komunitas vegetasi.

Mangrove dapat dikenali dengan baik secara visual pada komposit RGB 564 pada citra Landsat 8, sehingga indeks diturunkan dari 2 kanal yang membedakan vegetasi mangrove yaitu kanal 6 dan 5, dimana perbedaan nilai antara dua kanal tersebut tinggi pada obyek dengan vegetasi mangrove dan rendah pada vegetasi non mangrove. Hal ini dikarenakan, pada panjang gelombang SWIR, nilai reflektan akan lebih rendah pada kawasan tanah yang lebih basah karena genangan pasang surut yang merupakan daerah tempat hidup vegetasi mangrove. Perbedaan reflektan terlihat pada kanal 5, dimana pada daerah mangrove memiliki nilai yang lebih rendah dibanding dengan daerah bervegetasi yang bukan mangrove, sementara reflektan di kanal 4 yang berhubungan dengan kandungan klorofil daun tidak banyak berbeda.

Hal ini dikarenakan oleh efek pasang surut pada daerah intertidal yang menjadikan karakter jenis tanah yang khas yang mempengaruhi reflektan dari spektral komunitas tumbuh-tumbuhan (Brasco *et al.*, 1998).

Indeks mangrove tersebut diformulasikan sebagai:

$$IM = (NIR - SWIR / NIR \times SWIR) \times 10000$$

Keterangan IM = indeks mangrove yang diusulkan; NIR = kanal sinar inframerah dekat yaitu kanal 5 pada sensor LDCM; SWIR = kanal inframerah pendek yaitu kanal 6 pada sensor LDCM; Angka 10.000 merupakan faktor pengali agar nilai menjadi nilai indeks -1 (minus satu) sampai dengan 1 (satu) dan nilainya 10.000 karena data LDCM level 1T tersimpan dalam format 16 bit (0 - 65.535).

Untuk aplikasi dengan data lain, bisa jadi faktor pengali akan berbeda, seperti Landsat 7 dengan 8 bit (0-255). Ada 4 kelas yang digunakan dalam kriteria IM yaitu sangat rendah, rendah, sedang dan tinggi (Winarso, 2014), selanjutnya oleh penulis diringkas kedalam 3 kriteria yaitu rendah, sedang dan tinggi. (Tabel 3).

Analisa garis pantai menggunakan citra landsat 8 yang di download dari <http://www.usgs.nasa.gov>. Citra tersebut sama dengan yang digunakan untuk analisa mangrove.

Citra tersebut dikoreksi secara radiometri dan geometri dengan menggunakan software ErMapper 7.0.

Untuk mengidentifikasi garis pantai menggunakan citra satelit Landsat 8 mengacu berdasarkan komposit band 564 agar memperlihatkan kenampakan darat dan perairan secara jelas. Proses komposit band tersebut bisa dilakukan dengan menggunakan software ArcGIS melalui menu *Image Analysis* kemudian *composite bands*. Tahap selanjutnya adalah melakukan digitasi panjang ekosistem mangrove yang sejajar dengan garis pantai. Digitasi tersebut bertujuan untuk mengetahui panjang ekosistem mangrove yang sejajar dengan garis pantai.

Digitasi juga dilakukan pada garis pantai. Digitasi tersebut bertujuan untuk mengetahui panjang garis pantai yang digunakan untuk perbandingan dalam perhitungan persentase panjang ekosistem mangrove terhadap garis pantai. Hasil digitasi tersebut kemudian di koreksi dengan hasil intrepetasi di lapangan atau dengan menggunakan google earth yang memiliki resolusi yang lebih tinggi.

Dari hasil digitasi tersebut akan diketahui panjang ekosistem mangrove dan panjang garis

pantai. Selanjutnya dilakukan perhitungan persentase panjang ekosistem mangrove terhadap panjang garis pantai dengan rumus:

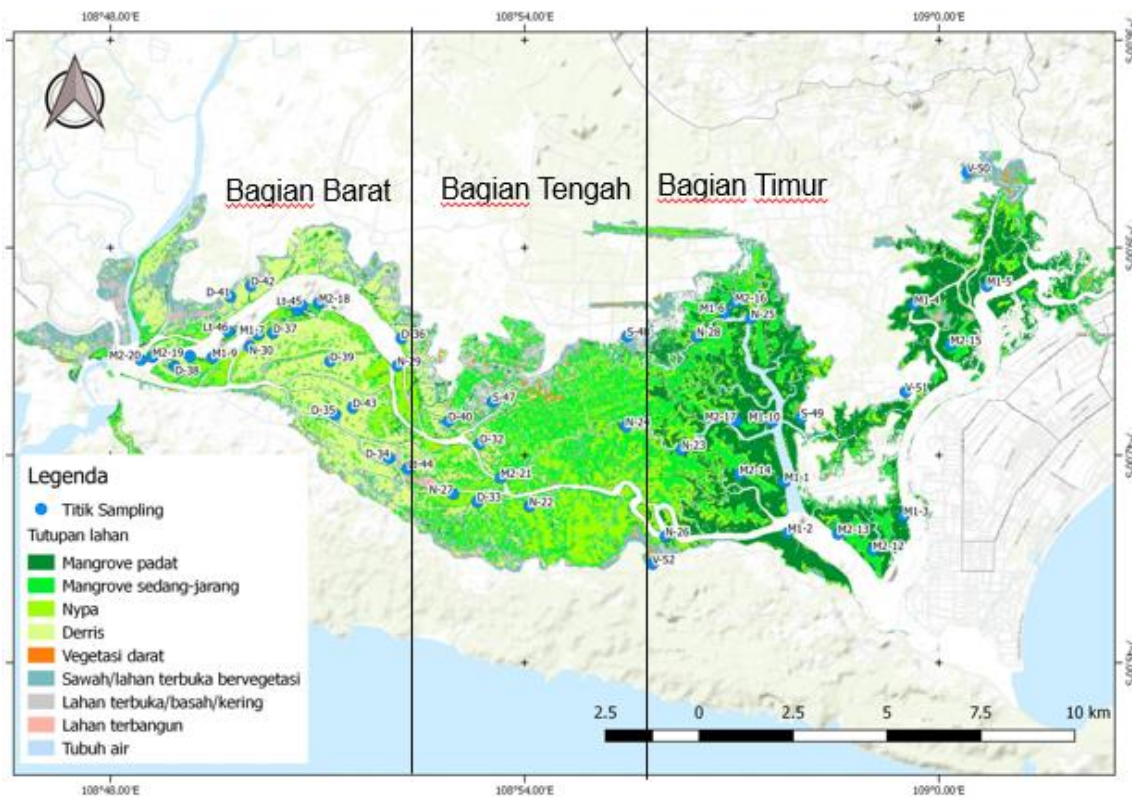
$$\frac{\text{Panjang Ekosistem Mangrove}}{\text{Panjang Garis Pantai}} \times 100\%$$

### Indeks Ekologi

Indeks Kesehatan Mangrove merupakan metrik/ukuran/angka tunggal yang dapat menunjukkan/ menggambarkan/ mencerminkan kualitas ekosistem hutan mangrove dan indeks tersebut dapat dibandingkan antar lokasi atau waktu yang berbeda.

Pengukuran data dilakukan menggunakan plot 10x10 m<sup>2</sup> selanjutnya mengukur diameter batang pohon mangrove (diameter > 4 cm atau keliling batang > 16 cm) (Ashton & McIntosh, 2002) dengan menggunakan meteran pada variasi letak pengukuran berdasarkan English *et al.* (1997) dan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 201 tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove (Gambar 3.).

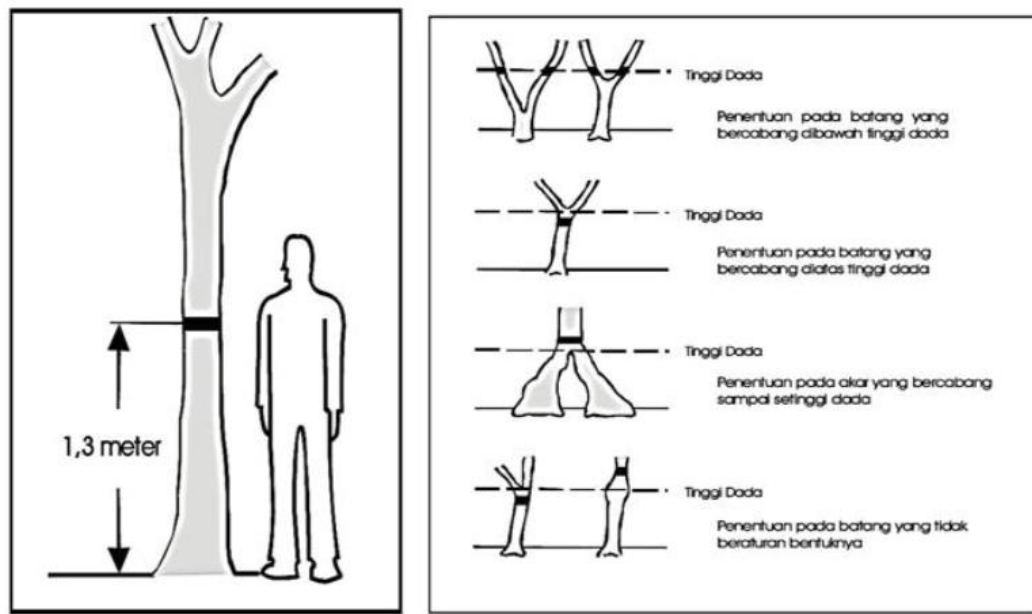
Persentase tutupan mangrove dihitung dengan menggunakan metode *hemispherical*



**Gambar 2.** Sebaran titik penelitian Segara Anakan, Kabupaten Cilacap

*photography* (Gambar 6) dibutuhkan kamera dengan lensa *fish eye* dengan sudut pandang 180o pada satu titik pengambilan foto (Jenning *et al.*, 1999; Korhonen *et al.*, 2006). Teknik ini masih cukup baru digunakan di Indonesia pada hutan mangrove, penerapannya mudah dan menghasilkan data yang lebih akurat. Teknis pelaksanaannya adalah sebagai berikut: (1) Setiap plot 10x10 m<sup>2</sup> dibagi menjadi empat plot kecil yang berukuran 5x5 m<sup>2</sup>. (2) Titik pengambilan foto, ditempatkan di sekitar pusat plot kecil; harus berada diantara satu pohon dengan pohon lainnya;

serta hindarkan pemotretan tepat disamping batang satu pohon. (3) Dalam setiap stratifikasi, minimal dilakukan pengambilan foto sebanyak 12 titik dimana setiap plot 10 x 10m<sup>2</sup> diambil 4 titik pemotretan (Gambar 4). (4) Posisi kamera disejajarkan dengan tinggi dada peneliti/tim pengambil foto, serta tegak lurus/menghadap lurus ke langit. (5) Dicatat nomor foto pada form data sheet untuk mempermudah dan mempercepat analisis data. (6) Hindarkan pengambilan foto ganda pada setiap titik untuk mencegah kebingungan dalam analisis data.



**Gambar 3.** Posisi pengukuran lingkaran batang pohon mangrove pada beberapa tipe batang, yang dipengaruhi oleh sistem perakaran dan percabangan (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 201 tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove).



**Gambar 4.** (a) Ilustrasi metode hemispherical photography untuk mengukur tutupan mangrove (Jenning *et al.*, 1999; Korhonen *et al.*, 2006) (b) hasil pemotretan dengan lensa fisheye secara vertikal.

Analisis kerapatan mangrove dihitung untuk setiap jenis sebagai perbandingan dari jumlah individu suatu jenis dengan luas seluruh plot penelitian, kemudian dikonversi menjadi per satuan hektar dengan dikalikan dengan 10.000. Nilai basal area (BA) juga dihitung dan nantinya digunakan sebagai acuan awal untuk melakukan penghitungan persentase tutupan mangrove

Hasil analisis menghasilkan nilai kerapatan dalam satuan pohon/ha dan persentase tutupan dalam persen (%). Nilai persentase tutupan tajuk digunakan sebagai komponen faktor utama dalam menentukan kondisi kesehatan komunitas mangrove yang merupakan indikator masuknya pengaruh aktivitas antropogenik di kawasan tersebut. Kemudian, penilaian kondisi kesehatan mangrove ditentukan dari besarnya nilai tutupannya (Dharmawan *et al.*, 2016).

$$\text{Kerapatan (K)} = \frac{S \text{ individu jenis } i}{S \text{ plot (luas semua kuadrat)}} \times 10.000$$

$$\text{Dominasi (Di)} = \frac{S \text{ BA jenis } i}{S \text{ plot semua unit sampel}}$$

$$\% \text{ tutupan} = \frac{Di}{SD} \times 100 \%$$

Identifikasi spesies mangrove dilakukan langsung di lapangan dengan mengacu pada Kitamura *et al.*, (1997). Jika terdapat keragu-raguan dalam mengidentifikasi spesies tertentu, maka diambil sampel (daun, bunga dan buah) untuk diidentifikasi lebih lanjut dengan mengacu pada Tomlinson (1994). Spesies mangrove yang diidentifikasi mencakup seluruh area penelitian.

### Indek Sosial Ekonomi

Fokus area penelitian berada di Kecamatan Kampung Laut, yang merupakan daerah yang langsung berada di area Kawasan Segara Anakan. Karakteristik lokasi sampel merupakan wilayah pesisir dengan jenis mata pencaharian masyarakat yang heterogen, meliputi sektor perikanan, pertanian, industri kreatif, dan lain-lain. Populasi penelitian adalah rumah tangga petani dan nelayan di lokasi penelitian. Pola yang dilakukan untuk menentukan informan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu menentukan informan untuk pengambilan data yang utama dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Kriteria dalam pemilihan informan dilakukan berdasarkan

kedekatannya dengan sumber informasi (Sarker *et al.* 2020). Hal ini didasarkan pada kejelasan dan keakuratan informasi yang dihimpun sebagai basis data dalam penelitian. Informan yang dipilih, diduga dapat memberikan rekomendasi informan yang lain untuk memperkuat atau melengkapi informasi sebelumnya sehingga berkembang untuk mencapai tujuan penelitian (teknik *snow ball*).

Data dari indeks ini selanjutnya dikembangkan dengan mengikuti prinsip-prinsip panduan kerangka *Sustainable Livelihood Assessment* (SLA) dikembangkan oleh *British Department for International Development* (DFID). Selanjutnya dalam kajian ini, modal keberlanjutan mata pencaharian yang digunakan adalah Aspek Sumber Daya Manusia (SDM), Aspek Finansial/Ekonomi, dan Aspek Sosial. Nilai indeks keberlanjutan dalam kajian ini diadopsi dari Sarker *et al.*, (2020) dimana status kondisi indeks ekonomi dan sosial masyarakat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) kategori, yaitu: 30-53 (rendah), 54-77 (sedang), 78-100 (tinggi) (Sarker *et al.*, 2020). Indeks dan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini dirangkum pada Tabel 2

Data yang didapatkan dari analisa dan survei lapangan, selanjutnya dilakukan analisa skor yang dikembangkan oleh penulis untuk mendapatkan gambaran kondisi ekosistem mangrove di lokasi penelitian. Hal ini dilakukan untuk menilai kondisi ekosistem mangrove yang sangat kompleks secara cepat. Maka dalam penelitian ini, penulis mempertimbangkan 3 indeks utama untuk menilai kondisi ekosistem mangrove, yaitu indeks spasial, ekologis dan sosial ekonomi yang kemudian dibuat 3 (tiga) kelas yakin kelas rusak (skor 11-15), kelas sedang (6-10) dan kelas baik (1-5). (Tabel 3).

Kerangka matematika sederhana digunakan untuk menggabungkan atribut inti dalam indeks kompleksitas ekosistem mangrove. McElhinny (2005) menyoroti keuntungan dari pendekatan ini, seperti kemudahan menggabungkan beberapa atribut dan menafsirkan indeks dalam kondisi eksisting ekosistem mangrove. Dalam kerangka kerja, atribut inti diidentifikasi dari indeks komprehensif dan diberikan skor dan kemudian dijumlahkan untuk memberikan skor total atau nilai indeks. Dalam banyak penelitian yang menggunakan metode kerangka matematika sederhana ini, skor untuk atribut tertentu mencerminkan kondisi parameter, sehingga

sampai tingkat ambang batas, indeks atau faktor yang berpengaruh dalam kompleksitas struktur dengan lebih banyak atribut tertentu mendapat skor lebih tinggi untuk menggambarkan seberapa pengaruhnya dalam 1 (satu) kondisi ekosistem. Pendekatan penilaian ini mencerminkan hubungan antara habitat fauna dan kelimpahan atribut (McElhinny *et al.*, 2006). Dalam penelitian ini,

kondisi lingkungan ditentukan dari skor dari masing - masing indeks yang pada akhirnya disesuaikan dengan rentang nilai dari gabungan seluruh indeks, skor 1-5 untuk kondisi baik, 6-10 untuk kondisi sedang dan 11-15 untuk kondisi rusak. Parameter dan skor penilaian Kajian Penilaian Kondisi Ekosistem Mangrove selengkapnya terdapat pada Tabel 3.

**Tabel 2.** Indeks dan Sumber data yang Digunakan Dalam Kajian Penilaian Kondisi Ekosistem Mangrove

Indeks	Penulis	Formula	Sumber Data
<b>SPASIAL</b>			
Indeks Mangrove (IM)*	Winarso <i>et al.</i> , 2014	$IM = (NIR - SWIR/NIR \times SWIR) \times 10000$	Satelite Landsat
Perbandingan panjang garis pantai bermangrove dengan panjang garis pantai daerah **	Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, 2017 (Tidak dipublikasikan)	$(\text{Panjang garis pantai bermangrove} / \text{panjang garis pantai daerah}) * 100\%$	Satelite Landsat
<b>EKOLOGI</b>			
Indeks Kesehatan Mangrove*	LIPI, 2017	$MHI (\%) = [(S_C + S_D + S_{NSP})/3] * 10$	Studi lapangan
Jumlah spesies mangrove yang teridentifikasi di lokasi penelitian*	Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, 2017 (Tidak dipublikasikan)	Data lapangan	Studi lapangan
<b>SOSIAL EKONOMI</b>			
Tingkat pengetahuan masyarakat*	Sarker <i>et al.</i> 2020	Status masyarakat dikelompokkan menjadi 3 kategori yaitu 30-53 % (rendah), 54-77 % (sedang) dan 78-100 % (tinggi).	Interview masyarakat

Keterangan = \* Data Primer; \*\* Data Sekunder

**Tabel 3.** Parameter dan skor penilaian Kajian Penilaian Kondisi Ekosistem Mangrove

Indeks	Skor		
	1	2	3
	Baik	Sedang	Rusak
Indeks Mangrove (IM)	Tinggi	Sedang	Rendah
Perbandingan panjang garis pantai bermangrove dengan panjang garis pantai daerah	61-100%	31-60%	0-30%
Indeks Kesehatan Mangrove	≥ 75%	50-75%	≤ 50%
Jumlah spesies mangrove yang ditemukan di lokasi penelitian	≥ 6	4 - 6	≤ 3
Tingkat pengetahuan masyarakat	Tinggi	Sedang	Rendah



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Indeks Spasial

Berdasarkan analisa indeks mangrove didapatkan hasil bahwa kondisi mangrove di kawasan Segara Anakan Kabupaten Cilacap didominasi oleh kategori rendah sebesar 49,96 % selanjutnya kategori sedang sebesar 33,16% dan kategori tinggi sebesar 16,89%.

Pada Gambar 5 disajikan citra hasil perhitungan indeks mangrove, dapat dilihat bahwa pada kawasan sebelah barat dengan dominasi mangrove ikutan memiliki nilai yang lebih rendah sedangkan di kawasan sebelah timur memiliki nilai indeks yang lebih tinggi. Hasil ini sesuai dengan hasil survei lapangan, dikarenakan di kawasan sebelah barat didominasi mangrove minor jenis *Derris* dan *Acanthus* yang lebat. Fakta tersebut menunjukkan hasil bahwa kawasan mangrove Segara Anakan masuk dalam kategori rusak. Hal ini juga ditambah dengan ditemukannya tumpukan pohon bakau yang dimanfaatkan warga sekitar untuk diolah menjadi arang, hingga alih fungsi lahan mangrove menjadi tambak.

Tingkat kerusakan juga dapat diketahui dari kondisi di lapangan, salah satunya adalah keberadaan mangrove minor *Derris trifoliata* yang merupakan asosiasi mangrove yang biasanya hidup sebagai tanaman merambat dan di zona yang mendapat pasokan air bersih yang cukup (Ardli, 2010). Distribusi *D. trifoliata* di Segara Anakan tumbuh secara mengelompok terutama di daerah yang sedang atau rusak parah, sehingga distribusi spesies ini dapat digunakan sebagai indikator mangrove merusak, karena keberadaan dan distribusi spesifik spesies ini (Ardli, 2010).

Menurut Winarso (2014), Indeks mangrove baru ini menunjukkan dua hal: keberadaan mayor vegetasi mangrove dan kebasahan substrat tempat mangrove hidup, sehingga dapat diharapkan terkait dengan kerapatan mangrove utama dan berasosiasi dengan tingkat kerusakan atau kualitas ekosistem mangrove. Ekosistem mangrove akan berada dalam kondisi yang baik ketika kondisi pasang surut sangat ideal untuk mereka pertumbuhan (Tabel 4).

Berdasarkan analisa spasial, garis pantai di Kabupaten Cilacap dibagi menjadi 2 yakni Garis Pantai yang memiliki mangrove dan garis pantai tanpa mangrove, artinya dapat berupa pasir atau pemukiman atau kawasan Industri. Selanjutnya teridentifikasi bahwa garis pantai di Kawasan Segara Anakan yang terdapat mangrove sepanjang 78,3 km sedangkan panjang garis pantai Kabupaten Cilacap adalah 106,3 km (Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, 2017). Kedua garis pantai ini kemudian dibandingkan sehingga hasilnya garis pantai bermangrove di Kawasan Segara Anakan kurang lebih mengisi 73,6 % garis pantai di Kabupaten Cilacap (Tabel 6).

Perubahan penggunaan lahan di wilayah pesisir yang tidak terkontrol dapat mengakibatkan terganggunya ekosistem di wilayah pesisir. Penggunaan lahan erat kaitannya dengan perkembangan populasi manusia dan keseimbangan ekologi. Perubahan penggunaan lahan tidak dapat dihindari dan merupakan suatu bentuk konsekuensi logis dari adanya pertumbuhan dan transformasi struktur sosial ekonomi masyarakat. Terlihat dari perubahan pemanfaatan sumber daya lahan dan terjadinya pergeseran fungsi-fungsi tertentu ke bentuk fungsi lain baik lahan produktif maupun lahan tidak produktif (Tabel 5).

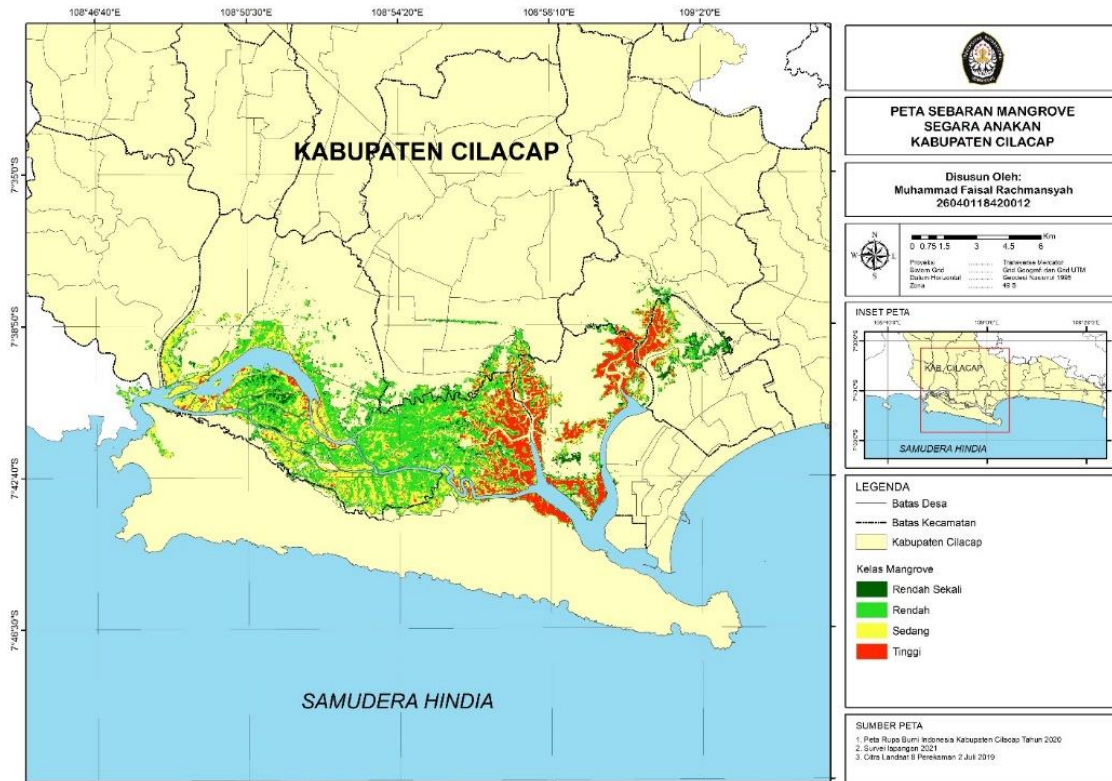
**Tabel 4.** Luas mangrove Segara Anakan

Kategori	Pixel	Luas (Ha)	%
Rendah	54140	4872,6	49,96
Sedang	35931	3233,79	33,16
Tinggi	18300	1647	16,89

**Tabel 5.** Perbandingan Panjang Garis Pantai Mangrove Dengan Garis Pantai Kabupaten

Lokasi	Garis Pantai Bermangrove (Km)	Garis Pantai Kabupaten (Km)	%
Segara Anakan	78,3	106,3	73,6

Sumber : Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, 2017.



**Gambar 5.** Hasil Analisa Citra Indeks Mangrove Kawasan Segara Anakan



**Gambar 6.** Peta Hasil Analisa Perbandingan Luas Mangrove serta Perbandingan Garis Pantai Kawasan Segara Anakan, Kabupaten Cilacap

### Indeks Ekologi

Persen tutupan kanopi mangrove merupakan aspek penting dalam penilaian kondisi kesehatan ekosistem mangrove. Konsep dari analisis ini adalah pemisahan *pixel* langit dan tutupan vegetasi, sehingga persentase jumlah *pixel* persen tutupan kanopi mangrove dapat dihitung dalam analisis gambar biner (Chianucci *et al.*, 2014). Pengukuran persen tutupan kanopi mangrove menggunakan metode *Hemispherical photography*. Berdasarkan Kepmen LH N0. 201 tahun 2004, tutupan kanopi mangrove diklasifikasikan kedalam tiga kategori yaitu 0% – 50% masuk dalam kategori Jarang, >50% – 75% kategori Sedang dan >75% kategori Padat.

Berdasarkan survei lapangan yang dilakukan pada bulan September-Desember 2020 di Kawasan Mangrove Segara Anakan yang tersebar sebanyak 50 titik didapatkan hasil tutupan kanopi di Kawasan Segara Anakan masuk kategori sedang dengan nilai tutupan 63,77% (Tabel 6).

Clark (1974), menyatakan bahwa keanekaragaman spesies di suatu daerah mengekspresikan variasi spesies yang ada dalam suatu ekosistem, ketika suatu ekosistem memiliki tingkat keanekaragaman yang tinggi maka ekosistem tersebut cenderung seimbang. Sebaliknya, jika suatu ekosistem memiliki keanekaragaman yang rendah maka mengindikasikan ekosistem tersebut dalam keadaan tertekan atau terdegradasi.

Berdasarkan temuan di lapangan, terdapat 38 spesies mangrove ditemukan di 50 (lima puluh) titik penelitian yang tersebar di Kawasan Segara dengan rincian 24 mangrove mayor, 3 mangrove minor dan 11 mangrove asosiasi. Hasil identifikasi herbarium secara rinci disajikan pada Tabel 7.

### Indeks Sosial Ekonomi

Karakteristik responden penelitian adalah masyarakat yang bermukim di Kecamatan Kampung Laut yang berada di dalam Kawasan Segara Anakan dengan total responden sebanyak 30 orang yang terdiri dari 53% laki-laki dan 47% perempuan. Kondisi usia responden sebagian besar merupakan usia produktif dengan rincian responden dengan usia <25 tahun sebesar 17%, 26-40 tahun sebesar 47%, 41-55 tahun sebesar 23% dan >55 tahun sebesar 13%. Komposisi mata pencaharian responden bervariasi, didominasi oleh petani sebesar 47%, ibu rumah tangga sebesar 30%, lalu dilanjutkan petambak sebesar

7%, nelayan 7%, pelajar 3%, pedagang 3% dan guru sebesar 3%.

Indeks sosial ekonomi masyarakat dibagi menjadi beberapa faktor diantaranya pengetahuan mangrove, sumber daya manusia, tingkat ekonomi masyarakat, hingga partisipasi masyarakat di Segara Anakan. Hasilnya, tingkat partisipasi dan pengetahuan masyarakat di lokasi penelitian masuk dalam kategori sedang dengan skor 66 (Gambar 7). Diketahui juga bahwa masyarakat memiliki tingkat partisipasi yang sangat baik dalam kegiatan sosial dan keagamaan, selain itu masyarakat masih memiliki tingkat partisipasi, dan kepercayaan yang baik terhadap organisasi sosial dan pemerintah daerah baik di Segara Anakan, hal ini ditunjukkan dengan tingginya Faktor Sosial pada analisa ini.

Kerapatan pohon palem *Nypa fruticans* meningkat di wilayah timur selama sepuluh tahun. *N. fruticans* sudah menjadi spesies yang dominan pada tahun 2005 dan merupakan pesaing yang sangat efektif karena kombinasi perbanyakan vegetatif dan pembibitan (Ellison, 1998) yang memungkinkan terjadinya kolonisasi yang cepat (Ukpong, 1991). Penggundulan hutan di kawasan ini juga menciptakan celah hutan di laguna tengah yang sebagian telah dijajah oleh spesies *N. fruticans*. Selain itu, tegakan nipah bisa sangat padat yang menghambat penetrasi cahaya dan pembentukan bibit lainnya spesies (Ukpong, 1994). Kolonisasi oleh spesies ini juga memiliki efek tentang perlindungan pantai dan erosi. Karakter pohon palm yang tidak memiliki akar diatar substrat juga menjadikan faktor mudah terjadinya erosi di kawasan pesisir dikarenakan membuat tanah tidak stabil (Isebor *et al.*, 2003)

Populasi spesies *Acanthus* spp. dan *Derris trifoliata* meningkat secara signifikan di laguna tengah selama sepuluh tahun (Nordhaus *et al.* 2019). Masih terjadinya alih fungsi lahan di kawasan ini juga menciptakan celah kanopi terbuka yang memudahkan perkembangan vegetasi tersebut. Spesies tumbuhan bawah seperti ini memiliki karakter homogen atau tidak toleran terhadap spesies lain, oleh karena itu spesies ini berkembang sangat cepat di kawasan ini (Hogarth, 2007).

**Tabel 6.** Persentase tutupan kanopi mangrove Kawasan Segara Anakan

Daerah	Coverage (%)
Segara Anakan	63,77±2,31

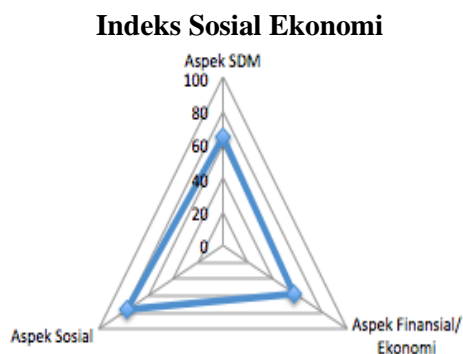
**Tabel 7.** Jumlah Jenis Mangrove yang Ditemukan di Lokasi Penelitian

No.	Nama Spesies	Kategori*
1.	<i>Bruguiera sexangula</i>	Mangrove Mayor
2.	<i>Pongamia pinnata</i>	Mangrove minor
3.	<i>Intsia bijuga</i>	Mangrove asosiasi
4.	<i>Aegiceras corniculatum</i>	Mangrove Mayor
5.	<i>Cerbera manghas</i>	Mangrove asosiasi
6.	<i>Heritiera littoralis</i>	Mangrove Mayor
7.	<i>Excoecaria agallocha</i>	Mangrove Mayor
8.	<i>Avicennia alba</i>	Mangrove Mayor
9.	<i>Rhizophora mucronata</i>	Mangrove Mayor
10.	<i>Cyperus javanicus</i>	Mangrove asosiasi
11.	<i>Acrostichum speciosum</i>	Mangrove Mayor
12.	<i>Acrostichum aureum</i>	Mangrove Mayor
13.	<i>Rhizophora apiculata</i>	Mangrove Mayor
14.	<i>Finlaysonia maritima</i>	Mangrove asosiasi
15.	<i>Clerodendrum inerme</i>	Mangrove asosiasi
16.	<i>Bruguiera parviflora</i>	Mangrove Mayor
17.	<i>Bruguiera sp.</i>	Mangrove Mayor
18.	<i>Dalbergia candenatensis</i>	Mangrove asosiasi
19.	<i>Rhizophora mucronata</i>	Mangrove Mayor
20.	<i>Sonneratia alba</i>	Mangrove Mayor
21.	<i>Barringtonia asiatica</i>	Mangrove Minor
22.	<i>Ceriops sp</i>	Mangrove Mayor
23.	<i>Fragraea crenulata</i>	Mangrove asosiasi
24.	<i>Scyphiphora hydrophyllacea</i>	Mangrove Mayor
25.	<i>Ceriops decandra</i>	Mangrove Mayor
26.	<i>Acanthus ilicifolius</i>	Mangrove Mayor
27.	<i>Derris trifoliata</i>	Mangrove minor
28.	<i>Salacia chinensi</i>	Mangrove asosiasi
29.	<i>Rhizophora apiculata</i>	Mangrove Mayor
30.	<i>Ximения americana</i>	Mangrove asosiasi
31.	<i>Cynometra iripa</i>	Mangrove asosiasi
32.	<i>Xylocarpus granatum</i>	Mangrove Mayor
33.	<i>Xylocarpus moluccensis</i>	Mangrove Mayor
34.	<i>Heritiera littoralis</i>	Mangrove Mayor
35.	<i>Celastrus paniculatus</i>	Mangrove asosiasi
36.	<i>Nypa fruticans</i>	Mangrove Mayor
37.	<i>Avicennia marina</i>	Mangrove Mayor
38.	<i>Acanthus ebracteatus</i>	Mangrove Mayor

\*Berdasarkan Tomlinson (1994).

Tingkat kerusakan hutan mangrove akibat aktivitas pemanfaatan lahan juga disebabkan karena masih rendahnya partisipasi dan persepsi masyarakat akan hutan mangrove. Minimnya pengetahuan masyarakat akan pentingnya

keberadaan hutan mangrove menjadi penyebab rendahnya kesadaran masyarakat untuk menjaga dan mengelola hutan mangrove (Pramita, 2018). Warga di sekitar Kawasan Segara Anakan juga perlu dilibatkan dengan lebih baik, termasuk



**Gambar 7.** Status indeks ekonomi sosial masyarakat

**Tabel 8.** Hasil Skor Analisa Parameter

Indeks	Hasil	Skor
Indeks Mangrove (IM)	Rendah	3
Perbandingan panjang garis pantai bermangrove dengan panjang garis pantai daerah	Tinggi	1
Indeks Kesehatan Mangrove	Sedang	2
Jumlah spesies mangrove yang teridentifikasi di daerah penelitian	Tinggi	1
Tingkat pengetahuan masyarakat	Sedang	2
<b>Total Skor</b>		<b>9</b>
<b>Kategori</b>		<b>Sedang</b>

pendidikan lingkungan, perlu adanya keterlibatan dengan organisasi agama serta sosial dalam menggalakkan pendidikan konservasi serta mempertimbangkan kebutuhan sosial untuk meningkatkan kesadaran hutan mangrove, sehingga meningkatkan keberhasilan kegiatan konservasi di Kawasan Segara Anakan.

Selanjutnya hasil analisa serta temuan diatas dibuat skor untuk mengetahui kondisi Kawasan Segara Anakan. Hasilnya kondisi mangrove di Kawasan Segara Anakan masuk kategori sedang dengan skor 9 ditunjukkan dengan hasil analisa pada tabel 8 (2 kategori tinggi, 2 kategori sedang, 1 kategori tinggi). Hasil ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Winarso (2014) dan Ardli (2010) yang menyatakan bahwa kondisi mangrove di Segara Anakan berada di level sedang maupun rendah menuju sedang. Hasil pengamatan visual terlihat sepertinya cukup sesuai dengan tingkat kerusakan mangrove, bagian barat kawasan diklasifikasikan ke dalam kawasan rusak dengan mangrove indeks rendah dan sangat rendah. Segara Anakan bagian

tengah dikategorikan sebagai rusak, dan di beberapa lokasi juga ditemukan daerah dengan mangrove sedang. Hasil dari masing-masing indeks kemudian ditentukan berdasarkan skor dari masing-masing indeks seperti yang tersaji pada Tabel 8.

**KESIMPULAN**

Saat ini, indeks untuk mengukur status mangrove tidaklah komprehensif, oleh karena itu pendekatan berbasis ekologi-sosial ekonomi integratif diperkuat dengan data spasial sangat penting dalam mengukur kinerja dan kesehatan suatu ekosistem secara keseluruhan. Dalam menilai status kesehatan ekosistem mangrove berdasarkan pendekatan diatas, 5 variabel dipilih dari 3 kategori indeks (indeks spasial, ekologi dan sosial ekonomi mangrove), yang dianalisa selama dua tahun untuk mencakup berbagai musim dalam pengaturan tropis di kawasan Segara Anakan. Hasilnya, kondisi mangrove di Kawasan Segara Anakan Kabupaten Cilacap berada dalam kondisi sedang, dengan skor 9. Skor ini juga memasukkan

semua faktor biologis, perspektif hidrologis, ekologi dan sosial-ekonomi ekosistem mangrove di Kawasan Segara Anakan, yang mencakup seluruh rentang kondisi dari terganggu ke keadaan semula, baik di lingkungan darat maupun laut. Penerapan analisa ini juga akan membantu mengurangi tenaga kerja, waktu dan biaya dalam memantau ekosistem mangrove dibandingkan dengan praktik saat ini memeriksa secara manual data volume stok kayu sebagai indikator kesehatan mangrove ataupun analisa laboratorium yang memakan banyak waktu. Analisa ini juga dapat memperkuat potensi otomatisasi cerdas sistem pemantauan menggunakan aplikasi program ataupun teknologi kecerdasan buatan yang telah ada. Hal ini akan menjamin keberlanjutan ekosistem mangrove dan jasanya bagi generasi sekarang dan yang akan datang

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alongi, D.M. 2002. Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation*, 29:331–349. doi: 10.1017/S0376892902000231
- Ardli, E.R. 2010. Distribusi Spasial *Derris Trifoliata*LOUR Di Segara Anakan Cilacap Sebagai Agen Biomonitoring Kerusakan Mangrove. Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas dan Bioteknologi Sumberdaya Akuatik, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman
- Ashton, E.C. & Macintosh, D.J. 2002. Preliminary assessment of the plant diversity and community ecology of the Sematan mangrove forest, Sarawak, Malaysia. *Forest Ecology and Management*, 166: 111-129.
- Chianucci, F., Chiavetta, U. & Cutini, A. 2014. The estimation of canopy attributes from digital cover photography by two different image analysis methods. *iForest*, 7: 255-259
- Clark, E.V. 1974. Normal States and Evaluative Viewpoints. Stanford University. Linguistic Society of America.
- Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S.P. & Sitepu, M.J. 1996. Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu (Integrated Coastal and Ocean Management). PT. Pradnya Paramita, Jakarta. 305p.
- Dharmawan, B., Böcher, M. & Krott, M. 2016. The failure of the mangrove conservation plan in Indonesia: weak research and an ignorance of grassroots politics. *Ocean and Coastal Management*, 130:250–259
- English, S. Wilkinson, C. Baker V.1997. Survey Manual For Tropical Marine Resources 2nd Edition. Townsville. Australian institute of marine science
- Barbier E.B. & Sathirathai S. 2004. Shrimp Farming and Mangrove Loss in Thailand. MPG Books Ltd, Bodmin, Cornwall
- Hogarth, P.J. 2007. The Biology of Mangroves and Seagrasses. New York: Oxford University Press Inc.
- Holtermann, P., Burchard, H. & Jennerjahn, T. 2009. Hydrodynamics of the Segara Anakan Lagoon. *Regional Environmental Change*, 9:245–258
- Isebor, C.E., Ajayi, T.O. & Anyanwu, A. 2003. The Incidence of *Nypa fruticans* (Wurmb) and its Impact on Fisheries Production in the Niger Delta Mangrove Ecosystem. *16th Annual Conference of the Fisheries Society of Nigeria*. 13-16pp
- Jiménez, M.A.Z, Silveira, J.H, Hernández, C.T, Andrade, J.L, Molina C.C. & Ceballos, R.P. 2010. Conceptual Framework for Mangrove Restoration in the Yucatán Peninsula. *Ecological Restoration*, 28(3):333-342.
- Kitamura, S., Anwar, C., Chaniago, A. & Baba, S. 1997. Handbook of Mangrove in Indonesia. Bali dan Lombok. International Society for Mangrove Ecosystem. Denpasar.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 201 Tahun 2004. Tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove.
- Korhonen, L., Korhonen, K.T., Rautiainen, M. & Stenberg, P. 2006. Estimation of forest canopy cover: a comparison of field measurement techniques. *Silva Fennica*, 40(4): 577–588.
- Maltby, E. 1986. Waterlogged Wealth: Why Waste the World's Wet Places?, London: Earthscan Publications
- McElhinny C., Gibbons P., Brack C. & Bauhus J. 2005. Forest and woodland stand structural complexity: Its definition and measurement. *Forest Ecology and Management*, 218: 1–24
- Nordhaus I., Toben, M. & Fauziyah, A. 2019 Impact of Deforestation on Mangrove Tree Diversity, Biomass and Community Dynamics in the Segara Anakan Lagoon, Java, Indonesia: A Ten-year Perspective. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 227:p.106300
- Pemerintah Provinsi Jawa Tengah. 2017. Baku Kerusakan Ekosistem Mangrove Jawa

- Tengah. Semarang. Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Tengah (*Unpublished*).
- Pramita, S.B. 2018. Kajian Kerusakan Lingkungan Ekosistem Mangrove Akibat Aktivitas Pemanfaatan Lahan Di Ujungalang Kabupaten Cilacap. Yogyakarta. Sekolah Pasca Sarjana (Tesis).
- Schaduw, J.N.W., Yulianda, F., Bengen, D.G. & Setyobudiandi, I. 2011. Pengelolaan ekosistem mangrove pulau-pulau kecil Taman Nasional Bunaken berbasis kerentanan. *Agrisains*, 12(3):173–181.
- Tomlinson, P.B. 1994. *The Botany of Mangrove*. Cambridge University Press. UK. 419 hal.
- Sarkar, S. & Margules, C. 2002. Operationalizing biodiversity for conservation planning. *Journal of biosciences*, 27(4):299–308
- Sarker, M.N.I., Wu, M., Alam, G.M. & Shouse, R.C. 2020. Livelihood diversification in rural Bangladesh: Patterns and determinants in disaster prone riverine islands. *Land Use Policy*, 96: p.104720. doi: 10.1016/j.landusepol.2020.104720
- Twilley, R. 1995. Properties of mangrove ecosystems related to the energy signature of coastal Environments.
- Ukpong, I. 1991. *Nypa Fructicans* Invasion and the Integrity of Mangrove Ecosystem Functioning in the Marginal Estuaries of South Eastern Nigeria.
- Ukpong, I. 1994. Soil-vegetation interrelationships of mangrove swamps as revealed by multivariate analyses. *Geoderma*, 64(1–2): 167–181
- White, A.T., Martosubroto, P., Sadorra, M.S.M. 1989. The coastal environmental profile of Segara Anakan-Cilacap, South Java, Indonesia. International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila
- Williams, J., 2004. Metrics for assessing the biodiversity values of farming systems and agricultural landscapes. *Pacific Conservation Biology*, 10:145–163
- Wightman, G.M. 1989. Mangrove of the Northern territory. Northern Territory Botanical Bulletin No. 7. Conservation Commission of the Northern Territory, Palmerston, N.T. Australia.
- Winarso, G. 2014. Evaluation Of Mangrove Damage Level Based On Landsat 8 Image. *International Journal of Remote Sensing and Earth Science*, 11(2):105-116.