

## Distribution of mangrove health in the coastal area of Maros Regency in 2021 based on Sentinel-2 satellite imagery

Sebaran kesehatan mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Maros tahun 2021 berdasar Citra Satelit Sentinel-2

Muh Faisal Mappiasse<sup>1\*</sup> , Muliana Djafar<sup>1</sup> , Reza Asra<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Universitas Muslim Maros, Jln. Dr Ratulangi No 62, Kabupaten Maros Sulawesi Selatan Indonesia

<sup>2</sup>Universitas Muhammadiyah Sidenreng Rappang, Jln Angkatan 45No 1A, Kabupaten Sidrap Sulawesi Selatan Indonesia

Article Info	Abstract
<p><b>Article History:</b> Received 05 February 2022; Accepted 21 October 2022; Published online 30 November 2022</p> <p><b>Keywords:</b> Mangrove damage, NDVI, Protection</p> <p><b>Kata Kunci:</b> Kerusakan mangrove, NDVI, Perlindungan</p> <p><b>How to cite this article:</b> Mappiasse, M.F., Djafar, M., &amp; Asra, R. (2022). Distribution of mangrove health in the coastal area of Maros Regency in 2021 based on Sentinel-2 satellite imagery. <i>Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea</i>, 11(2), 165-179.  : <a href="http://dx.doi.org/10.18330/jwallacea.2022.vol11iss2pp165-179">http://dx.doi.org/10.18330/jwallacea.2022.vol11iss2pp165-179</a></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"><p><b>Read online</b> :</p><p>Scan this QR code with your Smart phone or mobile device to read online.</p></div>	<p><i>Changes in the area of mangroves in the coastal area of Maros Regency have been degraded from year to year. Various problems that often occur cause a decrease in the distribution and quality of mangrove community health. This happens because there is still pollution and external disturbances which make the quality of the mangroves decrease. Therefore, it is important to know the condition of mangrove distribution to find the latest information and baseline data for area managers. The purpose of this study was to obtain information on the extent and type of mangrove health, as well as identify the types of mangrove damage in the coastal area of Maros Regency in 2021. This research method used (1) supervised classification, to obtain mangrove distribution, (2) analysis of mangrove health using the normalized difference algorithm vegetation Index, (3) map overlay, mangrove distribution map, administrative map, and mangrove health index map, (4) validation of mangrove health data through an assessment of mangrove conditions based on the distribution of observational plots in a proportionate stratified with random sampling. Mangrove areas are found in the coastal areas of Maros Regency and are scattered in Marusu District, Maros Baru District, Lau District, Bontoa District with an area of 131.87 ha, 95.59 ha, 85.37 ha, and 60.01 ha, respectively. Mangrove health is divided into 5 categories, namely excellent, good, normal, bad, and awful with an area of 100.73 ha, 240.43 ha, 1.99 ha, 9.5 ha, and 20.2 ha, respectively. While mangrove damage based on 30 sample points, 6 types of damage were identified, namely changed leaves, damaged shoot leaves and shoots, broken/dead branches, open wounds, resinosis, and broken stems with percentages of 29.91%, 19.63%, 17.76%, 16.82%, 12.15%, and 3.74% respectively.</i></p> <p><b>Abstrak</b></p> <p>Perubahan luas mangrove wilayah pesisir Kabupaten Maros mengalami degradasi dari tahun ke tahun. Berbagai masalah yang kerap terjadi menyebabkan komunitas mangrove mengalami penurunan sebaran dan kualitas kesehatan. Hal tersebut terjadi karena masih dijumpai pencemaran dan gangguan dari luar yang menjadikan kualitas mangrove semakin menurun. Oleh karena itu, pentingnya mengetahui kondisi sebaran mangrove untuk memperoleh informasi terkini dan <i>baseline</i> data bagi pengelola kawasan. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan informasi luas sebaran dan tipe kesehatan mangrove, serta mengidentifikasi jenis kerusakan mangrove wilayah pesisir Kabupaten Maros Tahun 2021. Metode penelitian ini menggunakan (1) <i>supervised classification</i>, untuk memperoleh sebaran mangrove, (2) analisis kesehatan mangrove menggunakan <i>algoritme normalized difference vegetation Index</i>, (3) <i>overlay</i> peta, peta sebaran mangrove, peta administrasi dan peta indeks kesehatan mangrove, (4) validasi data kesehatan mangrove melalui penilaian kondisi mangrove berdasarkan sebaran plot pengamatan secara <i>proportionate stratified with random sampling</i>. Kawasan mangrove dijumpai di wilayah pesisir Kabupaten Maros dan tersebar di Kecamatan Marusu, Kecamatan Maros Baru, Kecamatan Lau, Kecamatan Bontoa dengan luas masing-masing 131,87 ha, 95,59 ha, 85,37 ha, dan 60,01 ha. Kesehatan mangrove terbagi menjadi 5 kategori yaitu sangat baik, baik, normal, buruk, dan sangat buruk dengan luas masing-masing 100,73 ha, 240,43 ha, 1,99 ha, 9,5 ha, dan 20,2 ha. Sedangkan kerusakan mangrove berdasarkan 30 titik sampel, diidentifikasi sebanyak 6 tipe kerusakan, yakni daun yang berubah, daun pucuk dan tunas rusak, cabang patah/mati, luka terbuka, resinosis, batang pecah, dengan persentase masing-masing 29,91%, 19,63%, 17,76%, 16,82%, 12,15%, dan 3,74%.</p>

\*Corresponding author. Tel: +62 82346807978

✉ E-mail address [muhfaisalm331@gmail.com](mailto:muhfaisalm331@gmail.com) (M.F. Mappiasse)



## I. Pendahuluan

Kesehatan mangrove dianggap penting untuk mengatasi berbagai permasalahan di wilayah pesisir dan pulau-pulau di Indonesia. Namun masalah yang kerap terjadi adalah ekosistem mangrove banyak mengalami gangguan dari luar, utamanya kegiatan pencemaran seperti penumpukan sampah dan pemanfaatan kayu bakar secara berlebihan, sehingga memicu terjadinya kerusakan ekosistem mangrove yang berkelanjutan (Konom *et al.* 2019). Kondisi ekosistem mangrove yang rusak dapat mengalami gangguan dan gejala dalam berbagai bentuk sehingga dapat menyebabkan kematian pada tegakan mangrove (Maulida & Agustina, 2021), sebaliknya ekosistem mangrove yang sehat akan memberikan perlindungan secara alami, seperti melindungi pantai akibat tingginya abrasi, penyerap polusi, juga berkontribusi menyerap karbon dioksida di atmosfer dengan optimal (Safe'i, 2021). Sebagai negara dengan kawasan mangrove terbesar di dunia, Indonesia diharapkan mampu mengawasi dan memantau kondisi hutan mangrove di wilayah pesisir, khususnya wilayah-wilayah ekonomi cepat tumbuh. Menurut Trinanda, (2017) peran mangrove pada wilayah pesisir dapat dijadikan sebagai ruang terbuka hijau dan mencegah rembesan air laut. Tanpa mangrove warga pesisir akan mengalami kesulitan memperoleh air tawar.

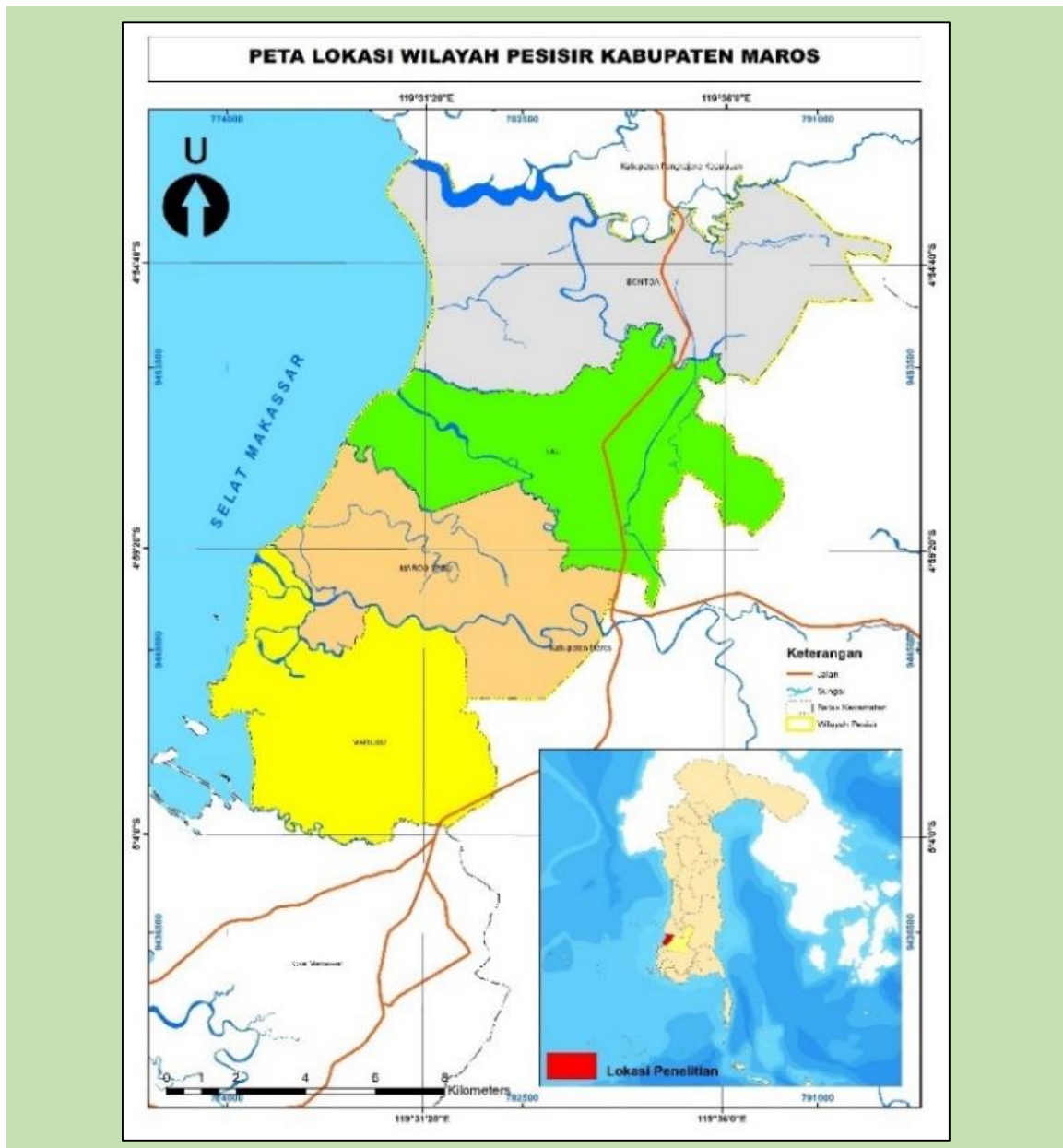
Peranan hutan mangrove juga sangat penting untuk melindungi dan mencegah kerusakan lingkungan pesisir, di antaranya sebagai pelindung pantai, penahan badai, pencegah erosi, pengendali banjir, dan penyerap limbah (Winarso, 2018). Selain itu, mangrove juga memainkan peran penting dalam mengatur ekosistem, utamanya dalam perspektif ekologi, lingkungan, biologi, medis serta bernilai ekonomis. Namun kawasan mangrove merupakan areal yang mudah dipengaruhi dari berbagai kegiatan pembangunan (Ibharim *et al.* 2015). Oleh karenanya keberadaan mangrove sangat penting bagi ekosistem di sekitarnya. Untuk mengoptimalkan fungsi ekosistem mangrove pada wilayah pesisir, sangat bergantung pada kondisi kesehatan komunitas mangrove. Mangrove kategori sehat dapat berkontribusi tinggi terhadap ekosistem mangrove dan lingkungan sekitarnya (Nurdiansah & Dharmawan, 2018).

Provinsi Sulawesi Selatan merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki kawasan mangrove sepanjang garis pantai Selat Makassar dan Teluk Bone. Status keberadaan mangrove diperkirakan telah mengalami kerusakan sekitar 90 persen dari total luas 12.256,90 ha (Mayudin, 2012). Berkurangnya kawasan mangrove hampir di seluruh kawasan pesisir di Provinsi Sulawesi Selatan, membentang di garis pantai sepanjang 1.973 km, termasuk di wilayah pesisir Kabupaten Maros. Diketahui Kabupaten Maros memiliki kawasan pesisir dengan karakteristik geografis dataran rendah yang cukup luas, di dalamnya terdapat berbagai macam penggunaan lahan seperti tambak, sawah, perkebunan, permukiman juga kawasan mangrove yang dapat dijumpai sepanjang pesisir pantai (Nursaputra, 2014). Hasil penelitian Pranata *et al.* (2016) luas kawasan mangrove wilayah pesisir Kabupaten Maros sebesar 457,75 ha. Sejumlah wilayah telah mengalami penjarangan tajuk dengan luas total kawasan yaitu 113,16 ha, dapat dijumpai di Kecamatan Bontoa, Kecamatan Lau, Kecamatan Maros Baru dan Kecamatan Marusu. Adanya ancaman kerusakan mangrove tentu sangat memprihatinkan, sebab Kabupaten Maros merupakan kawasan rawan tsunami (Pemerintah Kabupaten Maros, 2011). Oleh karena itu, penting untuk mengetahui perkembangan sebaran luas mangrove dari tahun ke tahun, sebab saat ini pembangunan di dalam kawasan berkembang pesat dan memberikan tekanan yang cukup signifikan bagi kesehatan mangrove. Penelitian tentang sebaran dan kondisi kesehatan mangrove sangat penting dilakukan sebagai *baseline* data bagi pengelola kawasan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi luas sebaran dan tipe kesehatan mangrove, serta identifikasi jenis kerusakan pada tegakan mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Maros.

## II. Metode Penelitian

### A. Deskripsi Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada wilayah pesisir Kabupaten Maros tepatnya berada pada pesisir pantai Selat Makassar meliputi Kecamatan Marusu, Kecamatan Maros Baru, Kecamatan Lau, dan Kecamatan Bontoa (Gambar 1) (Pemerintah Kabupaten Maros, 2012). Apabila ditinjau dari kondisi bentang



**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian pada wilayah pesisir Kabupaten Maros  
**Figure 1.** Map of research sites in the coastal area of Maros Regency

lahan, kondisi tata guna lahan dan iklim, Kabupaten Maros berada di bawah garis khatulistiwa dan beriklim tropis, terdapat tata guna lahan seperti tambak, permukiman dan aktivitas nelayan yang berpusat di Dermaga Sabang Tambua Desa Bonto Bahari, Kecamatan Bontoa (Arfan *et al.* 2021). Selain itu, wilayah daratan pesisir Kabupaten Maros sangat dipengaruhi oleh cuaca, khususnya pada sektor lahan pertanian (Pemerintah Kabupaten Maros, 2018). Adapun unsur cuaca yang memengaruhi yaitu kecepatan angin, dimana awal musim terjadi pada bulan November sampai bulan Maret, arah angin bertiup sebelah barat, barat

laut dan timur barat. Selanjutnya nilai temperatur udara berada pada rata-rata 26°C s/d 27,6°C, untuk nilai minimum 19,9°C sedangkan nilai maksimum sangat jarang dijumpai dengan nilai 34,6°C. Berikutnya unsur cuaca curah hujan, dimana curah hujan diawali bulan November sampai dengan bulan Maret, nilai rata-rata yang terjadi sekitar 237 mm setiap bulannya (Pemerintah Kabupaten Maros, 2014).

## B. Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan laptop dengan spesifikasi cukup tinggi, didukung perangkat

lunak seperti *Software ArcGIS 10.6* untuk pengolahan data SIG, *Software ENVI 5,3* untuk pengolahan data Citra, dan Microsoft Excel 2007 untuk analisis data. Berikutnya alat yang digunakan di lapangan untuk melakukan pengukuran dan pengamatan adalah GPS, kamera, pita ukur, dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan yakni data citra Sentinel-2 tahun perekaman 2021 diunduh dari <https://scihub.copernicus.eu/>, peta administrasi Kabupaten Maros skala 1 : 50.000, jaringan jalan dan peta RT RW wilayah Kabupaten Maros.

### C. Analisis Data

#### 1. Analisis Sebaran Mangrove

Pada pengolahan data citra satelit penginderaan jauh, sangat penting melakukan koreksi geometrik dalam perencanaan pembangunan wilayah serta pemantauan sumber daya alam dan lingkungan (Lukiawan et al. 2019). Tahapan awal pelaksanaan penelitian ini yaitu melakukan proses koreksi geometrik pada citra Sentinel-2. Tahapan kedua yaitu melakukan penggabungan *band* sesuai dengan tipe kombinasi *band* citra Sentinel-2 *band* 5, 8a 11 (Kawamuna et al. 2017). Setelah penggabungan citra dilakukan, tahapan selanjutnya melakukan proses klasifikasi sebaran mangrove dengan menggunakan metode *Supervised classification* pada *software ENVI 5,3*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui piksel dengan nilai spektral yang sama kemudian dikelompokkan dalam satu kelas. Pemilahan citra Sentinel-2 merupakan citra resolusi tinggi dan memiliki keragaman *band* yang cukup komplis untuk mendefinisikan sebaran luas mangrove yang ada di wilayah pesisir Kabupaten Maros. Citra Sentinel merupakan satelit pertama yang membawa petak resolusi tinggi *imager multispectral* dengan 13 *band* spektral yang dapat mendukung pelaksanaan pengamatan terestrial seperti pemantauan hutan, deteksi perubahan lahan tutupan, dan manajemen bencana alam (Putri et al. 2018).

#### 2. Analisis Kesehatan Mangrove

Pada proses memahami kesehatan vegetasi dan pemantauan, umumnya digunakan pengetahuan penginderaan jauh untuk mengenal vegetasi yang sehat dan mengetahui reflektansi puncak pada panjang gelombang

inframerah-dekat (Rodriguez, 2021). Diketahui bahwa struktur internal daun dan struktur "hijau" mudah dipahami karena penyerapan cahaya cepat terdeteksi. Teknik penginderaan jauh seperti *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) menggunakan elektromagnetik spektrum untuk memahami tingkatan radiasi dan pantulan panjang gelombang dalam mengkarakterisasi ruang.

Tahap identifikasi kesehatan mangrove pada citra Sentinel-2 dilakukan melalui penerapan algoritma NDVI di *software ArcGIS 10.6*. Prinsip formula ini adalah dengan mengetahui *band* merah (*visible red*) yang terserap oleh klorofil daun dan *band* inframerah dekat (*nir infrared*) yang menghasilkan pancaran pantulan struktur daun (*spongy mesophyll*), maka dapat diperoleh nilai indeks kerapatan maupun kesehatan pada suatu pohon. Untuk mengetahui kelas kesehatan mangrove, maka penelitian ini menggunakan indikator algoritma NDVI (Tabel 1) yang dikembangkan oleh Endeleo (2020). Berikut rumus yang digunakan:

$$NDVI = \frac{(NIR-RED)}{(RED+NIR)} \quad (1)$$

Deskripsi: NIR = *Band* inframerah jangkauan dekat  
RED = *Band* merah

#### 3. Validasi Pengolahan Data Klasifikasi Kesehatan Dengan Data Observasi Lapangan

Untuk memperoleh validasi data hasil deteksi kesehatan mangrove pada wilayah pesisir, maka diperlukan pengecekan dan penilaian di lapangan terhadap tingkat kesehatan mangrove. Penentuan sebaran titik plot pengamatan dilakukan secara

**Tabel 1.** Nilai *Normalized Difference Vegetation Index* Kesehatan

**Table 1.** *Health Normalized Difference Vegetation Index Value*

No	NDVI ( <i>Normalized Difference Vegetation Index</i> )	Keterangan ( <i>Description</i> )
1	0,72 - 0,92	Sangat baik ( <i>Excellent</i> )
2	0,42 - 0,72	Baik ( <i>Good</i> )
3	0,22 - 0,42	Sedang ( <i>Normal</i> )
4	0,12 - 0,22	Buruk ( <i>Bad</i> )
5	-0,1 - 0,12	Sangat buruk ( <i>Awful</i> )
Sumber ( <i>Source</i> ):		Endeleo, 2020

<b>Tabel 2.</b>	Ketentuan titik sampel berdasarkan skala	
<b>Table 2.</b>	<i>Sampling point provisions based on scale</i>	
No	Total Sampel Minimal (TSM) (Minimum total sample)	Skala peta (Map scale)
1	20	1:250.000
2	30	1: 50.000
3	50	1: 25.000
Sumber (Source):	Pedoman teknis pengumpulan dan pengolahan data geospasial mangrove tahun 2014 ( <i>Technical guidelines for collecting and processing mangrove geospatial data in 2014</i> )	

*proportionate stratified with random sampling*, yakni pengambilan sampel data di mana pemilahan populasi ke dalam kelompok yang tidak bertindihan atau disebut sebagai sub populasi (strata), kemudian setiap strata dipilih sampel secara acak (*random sampling*).

Desain sampling yang digunakan pada kegiatan inventarisasi hutan mangrove di Afrika Timur adalah sampling acak bertingkat, sampling ini menghasilkan perkiraan inventarisasi yang tepat dengan segala pertimbangan dan ketidakpastian seluruh anggota populasi dapat terwakili, dengan demikian rancangan penilaian yang dibuat dapat berkontribusi secara luas dan diakui (Stringer *et al.* 2015). Mengacu pada pedoman BIG (2014), jumlah titik sampel yang perlu diambil sesuai (Tabel 2) proporsional luasan mangrove yaitu dengan sampel minimum 30 titik sampel skala pemetaan 1:50.000.

Rumus yang digunakan untuk menentukan jumlah sampel minimal dalam total luas mangrove (ha) adalah sebagai berikut:

$$A = TSM + \frac{\text{Luas (Ha)}}{1500} \quad (2)$$

Deskripsi : A = Jumlah sampel minimal TSM= Total Sampel Minimal

Sebaran titik sampling ditentukan dengan menggunakan *toolbox create random points* pada *software ArcGIS 10.6*. Lokasi sampling diharapkan dapat mewakili untuk mendeteksi faktor-faktor ekologis yang memengaruhi tingkat kesehatan tanaman mangrove di lapangan. Setelah menentukan titik lokasi pada citra Sentinel-2, tahapan selanjutnya melakukan uji akurasi hasil klasifikasi kesehatan mangrove dengan data pengamatan lapangan.

Untuk memvalidasi klasifikasi kesehatan mangrove antara klasifikasi hasil olah data citra/gambar dan hasil pengamatan di lapangan, maka digunakan matriks konfusi (Stehr & Aguayo, 2017). Matriks konfusi (Tabel 3) merupakan alat ukur untuk mengetahui kesesuaian data dengan menggunakan tabulasi silang sederhana, memahami data kesesuaian dari data hasil olah gambar dengan data yang diamati di lapangan, dengan demikian dapat memberikan dasar penilaian terkait akurasi kesesuaian data.

Matriks konfusi secara teknis berisi kelas-kelas kesehatan mangrove yang merupakan hasil olah data klasifikasi citra pada barisnya, dan kelas kesehatan berdasarkan hasil penilaian

<b>Tabel 3.</b>	Matriks kesesuaian hasil klasifikasi kesehatan dengan observasi lapangan							
<b>Table 3.</b>	<i>Matrix of conformity of health classification results with field observations</i>							
No	Analisis kesehatan hutan (Analysis of forest health)	Data observasi lapangan (Observation data)					Total Σ (Total)	Akurasi pengguna (User's accuracy)
		A	B	C	D	E		
1	A	XAA	XAB	XAC	XAD	XAE	ΣAC	XAA/ΣAC x 100%
2	B	XBA	XBB	XBC	XBD	XBE	ΣBC	XBB/ΣBC x 100%
3	C	XCA	XCB	XCC	XCD	XCE	ΣCC	XCC/ΣCC x 100%
4	D	XDA	XDB	XDC	XDD	XDE	ΣDC	XDD/ΣDC x 100%
5	E	XEA	XEB	XEC	XED	XEE	ΣEC	XEE/ΣEC x 100%
	Total (Total)	ΣAR	ΣBR	ΣCR	ΣDR	ΣER	N	
	Akurasi produser (Producer's accuracy)	XAA/ΣAR x 100%	XBB/ΣBR x 100%	XCC/ΣCR x 100%	XDD/ΣDR x 100%	XEE/ΣER x 100%	XKK	
Keterangan (Remarks):								
		= Bersesuaian (Suitable)						
		= Tidak bersesuaian (Unsuitable)						

dan pengamatan di lapangan pada kolom, sedangkan isi matriks menunjukkan jumlah objek. Semakin banyak objek yang bersesuaian kelas pada baris dan kolom, maka akurasi hasil klasifikasi kesehatan mangrove semakin tinggi. Ketelitian hasil klasifikasi citra diukur dengan jumlah nilai keseluruhan akurasi (*overall accuracy*), ketelitian pembuat (*producer's accuracy*), dan ketelitian pengguna (*user's accuracy*) (Quang et al. 2020). Akurasi keseluruhan menunjukkan persentase jumlah temuan hasil klasifikasi yang benar berdasarkan data lapangan. Ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$overall\ accuracy = \frac{X_{kk}}{N} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

X<sub>kk</sub> = jumlah titik pengamatan yang sesuai

N = jumlah titik pengamatan keseluruhan

Diketahui titik sampel yang diperoleh sebanyak 30 yang tersebar secara acak. Titik tersebut ditetapkan untuk memperoleh hasil akurasi keseluruhan dengan ketentuan mengukur ketepatan klasifikasi pengguna (*User's accuracy*) dan ketepatan data lapangan (*Producer's accuracy*). Data hasil klasifikasi

kesehatan mangrove dapat diterima apabila nilai keseluruhan hasil klasifikasi mencapai >85% (Short, 1982).

#### 4. Penilaian Data Observasi Menggunakan Metode *Forest Health Monitoring*

Tahap selanjutnya melakukan pengamatan dan penilaian kesehatan mangrove di lapangan dengan menggunakan metode *Forest Health Monitoring* (FHM). Menurut Ardiansyah et al. (2018), informasi yang dibutuhkan untuk menilai suatu tegakan mangrove adalah dengan menggunakan parameter kebutuhan informasi yang ada pada *tally sheet* pengamatan, meliputi tipe kerusakan, lokasi kerusakan pohon, dan nilai kelas keparahan (Tabel 4). Pohon mangrove kategori rusak akan dianalisis menggunakan persamaan Indeks Kerusakan (IK) dengan rumus sebagai berikut:

$$IK = (A \text{ tipe kerusakan} \times X \text{ Lokasi} \times Z \text{ Keparahan}) \quad (4)$$

Keterangan:

(A) = Nilai tipe kerusakan

(x) = Nilai lokasi kerusakan

(Z) = Nilai ambang keparahan

**Tabel 4.** Kodefikasi tipe dan nilai kelas keparahan hutan mangrove

**Table 4.** Codification of mangrove forest type and severity class

Kodefikasi, tipe kerusakan* ( <i>Damage type codification</i> )	Nilai (value) (A)	Kodefikasi lokasi kerusakan** ( <i>Codification damage location</i> )	Nilai (value) (X)	Kodefikasi keparahan ( <i>Severity</i> )	Kodefikasi keparahan*** (%) ( <i>Severity percentage</i> )	Nilai (Value) (Z)
11,26	2	0	0	0	(0-9%)	1,5
1	1,9	1	2	1	(10-19%)	1,1
2	1,7	2	2	2	(20-29%)	1,2
12	1,6	3	1,8	3	(30-39%)	1,3
03,04,13	1,5	4	1,8	4	(40-49%)	1,4
21	1,3	5	1,6	5	(50-59%)	1,5
22,23,24,25,31	1	6	1,2	6	(60-69%)	1,6
		7	1	7	(70-79%)	1,7
		8	1	8	(80-89%)	1,8
		9	1	9	(90-99%)	1,9

Keterangan (*Information*):

\*01 = kanker (*cancer*), 02 = konk (*konk*), 03 = luka terbuka (*open wound*), 04 = resinosis (*resinosis*), 05 = batang pecah (*tree trunk cracked*), 06 = sarang rayap (*termite nest*), 11 = batang atau akar patah (*broken stem or root*), 12 = brum pada akar atau batang (*brum on root or stem*), 13 = akar patah atau mati (*root is broken or mortality*), 20 = liana (*liana*), 21 = hilangnya ujung dominan, mati ujung (*loss of dominant tip, mortality tip*), 22 = cabang patah atau mati (*branch broken or mortality*), 23 = percabangan atau brum yang berlebihan (*excessive branching or brum*), 24 = daun, kuncup atau tunas rusak (*damaged leaves, buds or shoots*), 25 = daun berubah warna (*leaves change color*), 31 = lain-lain (*etc*). \*\*0 = tidak ada kerusakan (*no damage*), 1 = akar terbuka dan tunggang (*taproot open*), 2 = akar dan batang bagian bawah (*root and rootstock*), 3 = batang bagian bawah (*bottom stem*), 4 = bagian bawah dan atas batang (*bottom and top of the stem*), 5 = bagian atas batang (*top of the stem*), 6 = batang tajuk (*header stem*), 7 = cabang (*branch*), 8 = pucuk dan tunas (*shoot and bud*), 9 = daun (*leaf*).\*\*\*0 = 0-9%, 1 = 10-19%, 2 = 20-29%, 3 = 30-39%, 4 = 40-49%, 5 = 50-59% 6 = 60-69%, 7 = 70-79%, 8 = 80-89%, 9 = 90-99%.

Sumber (*Source*): Abimanyu et al., 2019; Ardiansyah et al. 2018.

A, X, Z adalah nilai bobot yang memiliki perbedaan besaran dampak relatif, menyesuaikan setiap komponen pertumbuhan dan ketahanan pohon.

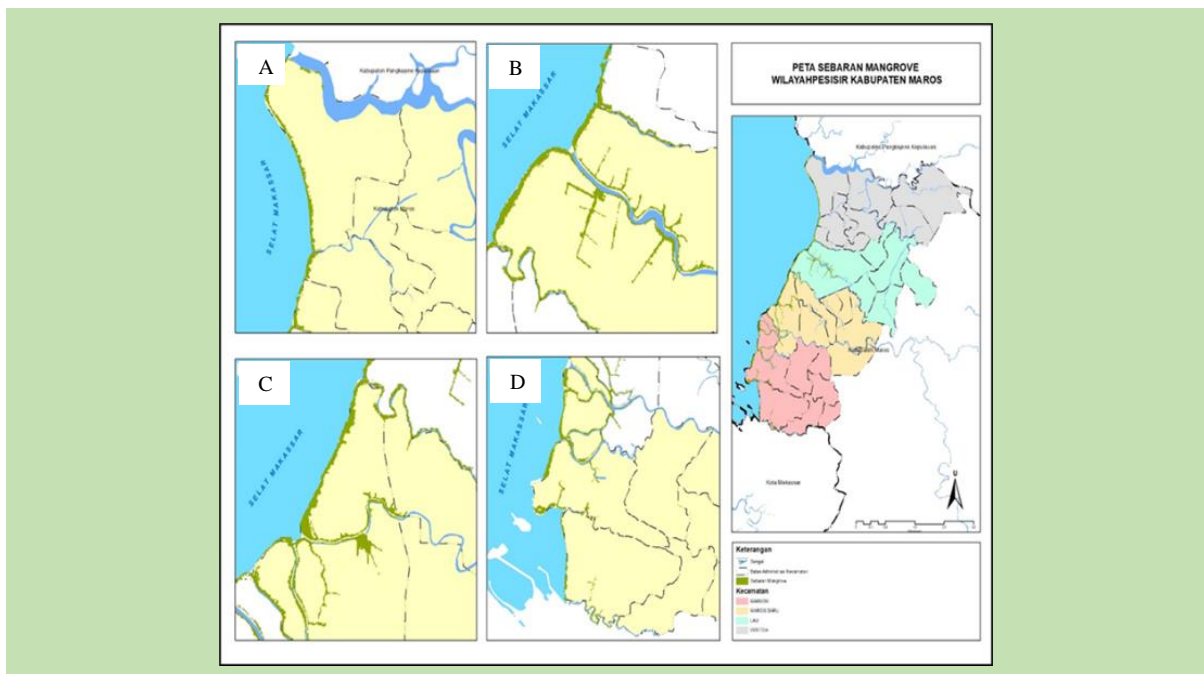
### III. Hasil dan Pembahasan

#### A. Sebaran Mangrove Wilayah Pesisir Kabupaten Maros Tahun 2021

Hasil uji ketepatan posisi koordinat pada citra Sentinel-2 diperoleh *Root Mean Square Error* (RMSE) dengan nilai rata-rata 0,2234. Hasil tersebut dapat diterima sesuai dengan pernyataan Kawamuna *et al.* (2017) bahwa nilai *RMSE* yang rendah akan menghasilkan nilai koreksi yang akurat. Hasil pengolahan data citra Sentinel-2 tahun 2021 melalui pendekatan *supervised classification*, diperoleh sebaran mangrove dengan kombinasi band RGB 5,8a,11 wilayah pesisir Kabupaten Maros tahun 2021 disajikan pada Gambar 2.

Sebaran mangrove menunjukkan bahwa keberadaan mangrove masih dijumpai berdasar pada bentuk lanskap setiap kecamatan, setiap batas kecamatan memiliki lanskap yang berbeda-beda. Terlihat pada (Gambar 2), lanskap kecamatan yang dominan terdapat

sebaran mangrove adalah Kecamatan Marusu. Hal ini dikarenakan, lanskap Kecamatan Marusu memiliki 5 muara sungai yang bercabang-cabang dan cenderung masih dijumpai keberadaan mangrove, sehingga luas mangrove pada kecamatan ini cukup besar dibanding kecamatan yang lain. Hal ini sejalan dengan Pranata *et al.* (2016) menyebutkan bahwa Kecamatan Marusu paling dominan memiliki hutan mangrove yang tersebar sepanjang pesisir pantai dan muara-muara sungai sekitarnya. Selanjutnya kecamatan yang memiliki sebaran mangrove terbesar ke-2 adalah Kecamatan Maros Baru. Kecamatan ini berbatasan dengan Kecamatan Marusu dan pola lanskapnya cenderung sama dengan Kecamatan Marusu, namun jumlah muara sungai terdapat 3, lebih sedikit bila dibandingkan dengan Kecamatan Marusu. Akan tetapi kecamatan ini cukup berkontribusi terhadap persebaran mangrove yang ada di wilayah pesisir Kabupaten Maros, sehingga kecamatan ini dikatakan memiliki jumlah mangrove yang cukup luas. Sebaran mangrove yang ke-3 terdapat pada Kecamatan Lau, lokasinya hanya di tepi pantai dan memiliki 1 muara sungai. Namun persebaran mangrove ini masih dijumpai di beberapa tempat, khususnya di tepi



Keterangan (Remarks):

A= Kecamatan Bontoa      B: Kecamatan Lau      C: Kecamatan Maros Baru      D: Kecamatan Marusu

**Gambar 2.**      *Peta sebaran mangrove pada 4 kecamatan wilayah pesisir Kabupaten Maros*  
**Figure 2.**      *Map of mangrove distribution in 4 sub-districts of the coastal area of Maros Regency*

tambak warga Desa Marennu, sehingga kecamatan ini memiliki luas lebih besar bila dibandingkan dengan Kecamatan Bontoa. Terakhir Kecamatan Bontoa memiliki sebaran mangrove hanya di sepanjang tepi pantai.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa estimasi luas diperoleh berdasarkan *overlay* peta batas administrasi dan hasil klasifikasi sebaran mangrove. Adapun pembagian kategori berdasar pada batas desa (Tabel 5). Hal ini dilakukan untuk mengetahui dan membandingkan area mangrove pada setiap desa.

Berdasarkan hasil pengolahan citra Sentinel-2 pada tahun 2021, dapat diketahui (Tabel 5) luas dan pola sebaran mangrove pada setiap kecamatan. Kecamatan yang memiliki luas mangrove terkecil adalah Kecamatan Bontoa (60,01 ha). Sepanjang garis pantai kecamatan ini terdapat mangrove, pola sebarannya cenderung berada di garis pantai. Apabila ditinjau dari citra, tampak pola sebaran mangrove sebagian kelihatan keluar dari batas garis pantai. Hal ini bisa saja terjadi karena mangrove pada Kecamatan Bontoa bagian selatan, Desa Ampekale, memiliki tajuk yang lebih lebat sehingga nampak keluar dari garis pantai (Prasita, 2015). Adapun panjang garis pantai pada kecamatan ini  $\pm 6,93$  Km. Selanjutnya Kecamatan Lau dengan luas mangrove 85,38 ha, lebih besar dari luas mangrove Kecamatan Bontoa, pola sebaran mangrovenya terbagi menjadi 2 lokasi. Lokasi pertama berada di pinggir pantai dengan panjang  $\pm 3,23$  Km, pola sebarannya sesuai dengan garis pantai dan dipisahkan oleh muara sungai. Lokasi ke dua berada di muara sungai

Desa Marannu, pola sebarannya dijumpai di tepi sungai juga beberapa ditemukan di pematang tambak warga sekitar yang cenderung mengikuti pola pematang tambak. Berikutnya Kecamatan Maros Baru, luas mangrove 95,59 ha kecamatan ini terluas ke dua setelah Kecamatan Marusu. Kawasan mangrove dapat dijumpai sepanjang tepian pantai yang dipisahkan tiga muara sungai, panjang garis pantai kecamatan ini sebesar  $\pm 4,13$  km. Adapun pola sebaran mangrove kecamatan ini mengikuti pola aliran sungai. Apabila dilihat dari citra, pola sebarannya tampak mengelilingi lahan tambak warga sekitar, juga masih dijumpai beberapa mangrove di pematang tambak warga. Berikutnya Kecamatan Marusu yang memiliki luasan mangrove paling besar (131,87 ha) dari tiga kecamatan pesisir Kabupaten Maros, panjang garis pantai kecamatan ini  $\pm 10,86$  Km. Pada bagian utara Kecamatan Marusu, Desa Nisombalia, memiliki pola sebaran di tepi pantai dan tepian sungai yang mengelilingi lahan tambak warga, sedangkan bagian selatan pola sebaran mangrove cenderung menyebar, dipisahkan oleh area permukiman tepatnya bagian muara Sungai Kuri Lompo dan pinggir pantai lingkungan Kuri Caddi.

## B. Klasifikasi Kesehatan Mangrove Berdasarkan *Normalized Difference Vegetation Index*

Berdasarkan olah data NDVI Citra Sentinel-2 pada wilayah pesisir Kabupaten Maros, diperoleh nilai rentang -0,417 s/d 0,839026. Nilai NDVI ini akan diterjemahkan dalam klasifikasi tingkat kesehatan. Hasil *overlay* nilai

Tabel 5.		Sebaran mangrove pada wilayah pesisir Kabupaten Maros tahun 2021		
Table 5.		Distribution of mangroves in the coastal area of Maros Regency in 2021		
No	Kecamatan (District)	Desa (Village)	Hutan mangrove 2021 (Mangrove forest)	
			Luas (Ha) (Area (Ha))	Persentase (%) (Percentage (%))
1	Bontoa	Ampekale	37,63	10,09
		Bonto Bahari	15,20	4,08
		Pajukukang	7,18	1,93
2	Lau	Marrannu	85,38	22,90
3	Maros Baru	Bori Kamase	0,08	0,02
		Borimasunggu	92,17	24,72
		Majannang	3,35	0,90
4	Marusu	Nisombalia	105,34	28,25
		Pabentengan	25,93	6,95
		Temappadduae	0,60	0,16
		Total	372,85	100,00
Sumber (Source):		Hasil analisis SIG Tahun 2021 (Results of GIS analysis in 2021)		

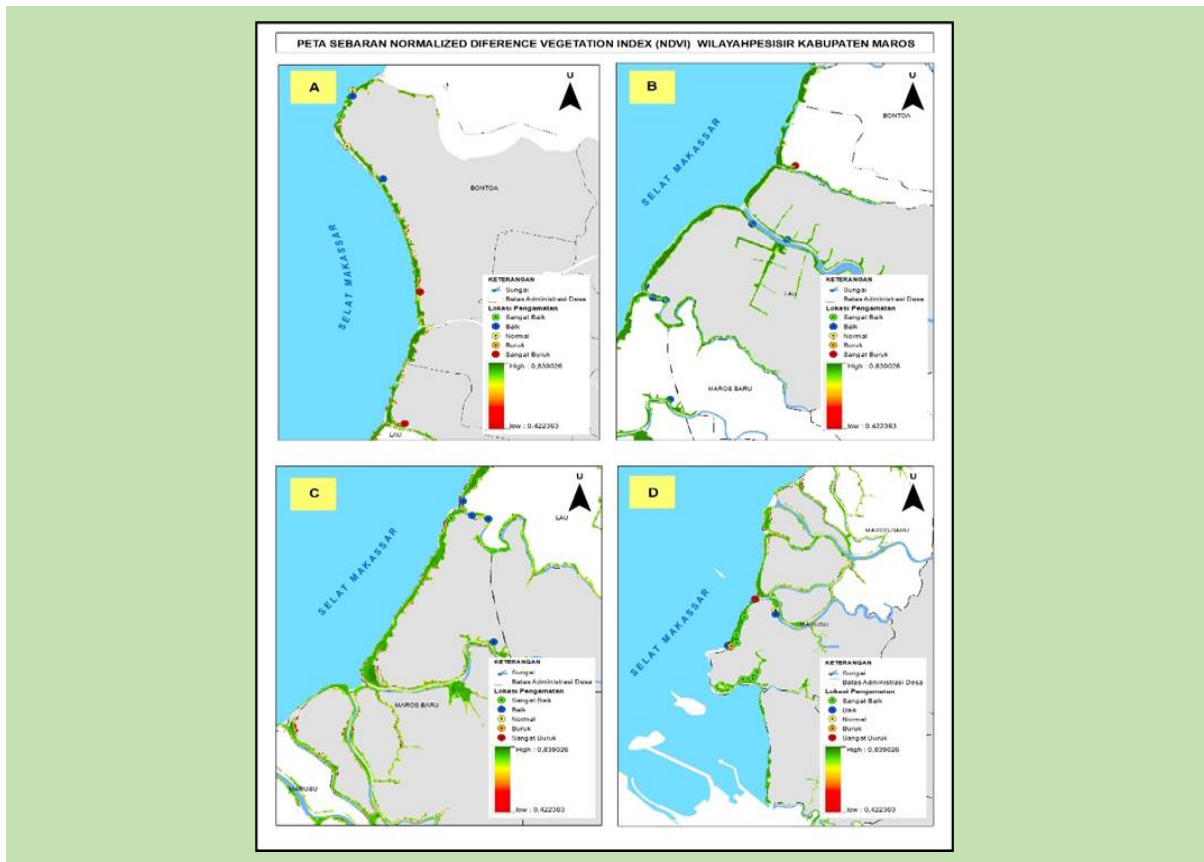


NDVI dengan sebaran hutan mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Maros diperoleh kelas kesehatan hutan. Hasil tersebut memberi gambaran bahwa pada tipe kesehatan hutan mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Maros memiliki tingkat keragaman kesehatan mangrove yang cukup tinggi (Gambar 3), dimana tingkat kesehatan paling tinggi memiliki indeks 0,83 (27,02%) dengan luas 100,73 ha yang termasuk kategori sangat baik. Sedangkan kelas dengan kategori sangat buruk sampai dengan buruk memiliki nilai -0,1 – 0,22 (7,97%) dengan luas 29,70 ha. Tentu nilai NDVI tertinggi dipengaruhi berbagai tegakan penyusunnya karena umumnya tipe hutan yang memiliki stratum tegakan yang cukup banyak akan menghasilkan proses ketajaman warna pada citra, sehingga kelas kesehatan hutan yang sangat baik dapat terlihat padat dan hijau. Hal serupa disebutkan Nursaputra, (2014) bahwa nilai indeks vegetasi hutan memiliki tingkat kehijauan yang cukup tinggi dipengaruhi oleh tegakan yang menyusun hutan, sehingga hasil

proses analisis citra pada tipe hutan, terlihat rapat dan hijau.

Indikator NDVI merupakan suatu penilaian terhadap tingkat konsentrasi klorofil daun dan dapat dikorelasikan sebagai tingkat kesehatan dan kepadatan suatu vegetasi, serta menjadi alat untuk mengukur dan mengamati berbagai perubahan kondisi tutupan vegetasi. Hal serupa dikemukakan oleh Setiawan *et al.* (2018) bahwa NDVI sangat berguna dalam merepresentasikan tingkat kehijauan vegetasi dalam suatu hamparan ekosistem. Nilai NDVI pada vegetasi yang tergolong tinggi dapat diartikan sebagai indeks yang memiliki tingkat kesehatan yang sangat baik, baik itu vegetasi saat muda maupun vegetasi saat pertumbuhannya semakin tua.

Nilai NDVI (Tabel 6) menunjukkan bahwa kisaran nilai -0,1 dan 0,92 memberikan arti yang berbeda, dimana nilai yang lebih tinggi menunjukkan vegetasi yang lebih padat dan lebih sehat (kepadatan hijau lebih tinggi), sedangkan nilai NDVI <0,1 bermakna area dengan sedikit atau tanpa vegetasi. Untuk nilai



**Gambar 3.**

Peta kesehatan mangrove berdasarkan nilai *Normalized Difference Vegetation Index*

**Figure 3.**

Map of mangrove health based on *Normalized Difference Vegetation Index* value

Tabel 6.		Klasifikasi kesehatan mangrove					
Table 6.		Mangrove health classification					
No	NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)	Kecamatan/Luas (Districts/area)				Total luas (ha) (Area total (ha))	Persentase (%) (Percentage (%))
		Bontoa	Lau	Maros baru	Marusu		
1	0,72 - 0,92 (Sangat Baik/Excellent)	27,69	20,82	19,40	32,81	100,73	27,02
2	0,42 - 0,72 (Baik/Good)	26,11	55,71	67,06	91,56	240,43	64,48
3	0,22 - 0,42 (Normal/Normal)	0,41	0,63	0,58	0,37	1,99	0,53
4	0,12 - 0,22 (Buruk/Bad)	1,83	2,61	2,67	2,38	9,50	2,55
5	-0,1 - 0,12 (Sangat Buruk/Awful)	3,97	5,61	5,87	4,75	20,20	5,42
Total		60,01	85,38	95,59	131,87	372,85	100,00
Sumber (Source)		Hasil Analisis NDVI Berbasis ENVI Tahun 2021 (Results of NDVI-Based Analysis ENVI Year 2021)					

sedang antara 0,2 s/d 0,3, diartikan kerapatan vegetasi jarang atau telah mengalami stres dan nilai >0,5 biasanya sesuai dengan kepadatan vegetasi cukup tinggi atau dapat dikatakan sangat sehat (Endeleo, 2020).

Secara keseluruhan, tipe kesehatan mangrove yang ada di wilayah pesisir Kabupaten Maros masih didominasi dengan tingkat kesehatan “Baik dan Sangat Baik”. Hal ini terjadi karena masih kurangnya akses dan belum dijumpai adanya aktivitas yang memungkinkan mangrove terganggu, sehingga lokasi mangrove tersebut masih terjaga kesehatannya. Adapun lokasi yang dimaksud berada di sepanjang tepi pantai Kabupaten Maros. Hal yang sama disampaikan Konom *et al.* (2020) bahwa kesehatan mangrove akan terganggu apabila telah dijumpai tanda-tanda aktivitas masyarakat seperti akses pencarian kayu bakar dan adanya pembuangan sampah pada kawasan mangrove. Sedangkan kesehatan mangrove yang mengalami penurunan kualitas kesehatan dengan kategori “Buruk dan Sangat Buruk” cukup menarik perhatian. Tipe kelas tersebut dianggap terindikasi adanya aktivitas yang memengaruhi kualitas mangrove, khususnya mangrove yang ada di pinggiran sungai dan lokasi di sekitar tambak masyarakat. Hal ini sangat memungkinkan cepat berkurangnya vegetasi mangrove. Menurut Suyadi, (2009), buruknya kualitas vegetasi mangrove akan menghambat regenerasi tegakan mangrove dan pada akhirnya akan mengalami kerusakan.

### C. Validasi Kesehatan Mangrove dengan Teknik Forest Health Monitoring

Hasil survei dan pengamatan langsung di lapangan terhadap tingkat kesehatan mangrove menggunakan teknik FHM pada 30 titik pengamatan, terdapat 4 titik pengamatan yang tidak bersesuaian (Tabel 7).

Perbedaan hasil observasi lapangan dengan hasil analisis kesehatan hutan mangrove dapat diartikan adanya pengaruh beberapa faktor, yakni perbedaan rentang waktu perekaman citra yang digunakan untuk menganalisis indeks vegetasi dengan waktu observasi lapangan. Citra resolusi tinggi tidak selamanya mempermudah proses interpretasi karena terdapat peluang kesalahan, di antaranya adalah pemindahan waktu pengambilan gambar dan banyaknya tanda alam yang serupa (Naufal *et al.* 2022).

Berdasarkan analisis kesehatan hutan mangrove, pengamatan hutan mangrove dengan kelas kesehatan sangat baik sebanyak 11 titik pengamatan, hanya 9 titik yang cocok dengan tingkat kesehatan sangat baik di lapangan. Hal ini dibuktikan adanya kelas kesehatan yang sesuai karena penilaian secara visual kondisi tajuk sangat baik juga pada kualitas tapak, serta tidak terdapat kerusakan pada kondisi pohon mangrove. Sebaliknya pada 2 titik lokasi yang berbeda dengan kelas baik, ditemukan adanya kondisi tapak yang kurang baik (kurang subur) sehingga tegakan pada 2 titik yang dijumpai mengalami sedikit perubahan komposisi tajuk.

Tabel 7.		Matriks kesesuaian hasil klasifikasi dengan data observasi lapangan						
Table 7.		The suitability matrix of the classification results with field observation data						
No	Analisis kesehatan hutan (Analysis of forest health)	Data observasi lapangan (Observation data)						Akurasi pengguna (User's accuracy)
		Sangat baik (Excellent)	Baik (Good)	Normal (Normal)	Buruk (Bad)	Sangat buruk (Awful)	Total $\Sigma$ (Total)	
1	Sangat Baik (Excellent)	9	2	0	0	0	11	81,82%
2	Baik (Good)	0	9	1	0	0	10	90%
3	Normal (Normal)	0	0	3	0	0	3	100%
4	Buruk (Bad)	0	0	0	3	1	4	75%
5	Sangat buruk (Awful)	0	0	0	0	2	2	100%
	Total (Total)	9	11	4	3	3	26	
	Akurasi produser (Producers's accuracy)	100%	81,82%	75%	100%	66,67%	86,67%	
Keterangan (Information):								
		= Bersesuaian (Suitable)						
		= Tidak bersesuaian (Unsuitable)						

Hasil observasi lapangan kelas kesehatan baik terdapat 9 titik yang cocok dari 10 titik analisis kesehatan mangrove. Satu titik pengamatan tidak sesuai dan berada pada kelas normal (mengalami stres). Hasil pengamatan di lapangan ditemukan beberapa faktor penyebab terjadinya ketidaksesuaian pada kelas baik, seperti kondisi tapak buruk dan terjadinya perubahan warna pada daun. Hal ini disebabkan adanya pembangunan dermaga di Kecamatan Bontoa yang menghalangi proses pasang surut laut, sehingga memungkinkan kadar salinitas kecil dan memicu terjadinya stres pada tegakan mangrove. Salah satu bukti tegakan mangrove stres apabila wilayah pesisir memiliki tingkat pasang dan surut kecil, sehingga kadar salinitas kawasan mangrove memengaruhi tingkat stres pada lingkungan tegakan mangrove (Susilawati *et al.* 2018).






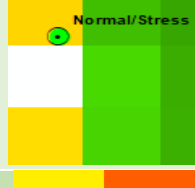



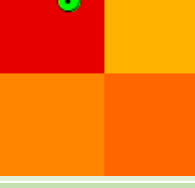
Untuk kelas dengan kategori normal (mengalami stres) diperoleh kesamaan yang sama sebanyak 3 titik lokasi di lapangan, kemudian kelas dengan kategori buruk terdapat 3 titik yang cocok dari 4 titik analisis kesehatan mangrove. Perbedaan 1 titik pengamatan ini karena adanya kerusakan pada tegakan pohon, seperti batang pada tajuk telah mengalami patahan atau mati. Kerusakan ini memungkinkan serangan rayap (*Prorhinotermes* sp.) yang menyebabkan jaringan rusak pada batang maupun cabang,

sehingga pada akhirnya berujung kematian (Haneda & Suheri, 2018). Terakhir analisis kesehatan mangrove pada kelas sangat buruk dengan jumlah titik sebanyak 2, diperoleh kecocokan sama dengan hasil pengamatan di lapangan (Gambar 4). Perbandingan Data Observasi Lapangan dengan Hasil Analisis kesehatan dapat dilihat pada Gambar 4.

Hasil uji perbedaan antara data lapangan dengan hasil klasifikasi kesehatan mangrove merupakan gambaran kondisi lokasi yang ada di wilayah pesisir Kabupaten Maros. Adapun hasil uji akurasi secara keseluruhan diperoleh sebesar 86,67%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa hasil pengamatan di lapangan dengan tingkat kesehatan hutan mangrove memiliki kesesuaian cukup tinggi (Short, 1982).

Hasil penilaian dan pengamatan kerusakan pohon mangrove menggunakan teknik FHM memiliki nilai indeks yang beragam (Ardiansyah *et al.* 2018). Adapun nilai indeks kerusakan secara keseluruhan diperoleh dari hasil indeks perkalian antara tipe kerusakan, nilai lokasi, dan tingkat keparahan yang terjadi pada tegakan mangrove.

Hasil perhitungan kerusakan mangrove menunjukkan ada 6 tipe kerusakan yang terjadi di wilayah pesisir Kabupaten Maros (Gambar 5). Adapun tipe kerusakan mangrove paling banyak dijumpai adalah daun yang berubah warna, bentuknya telah mengalami perubahan dan

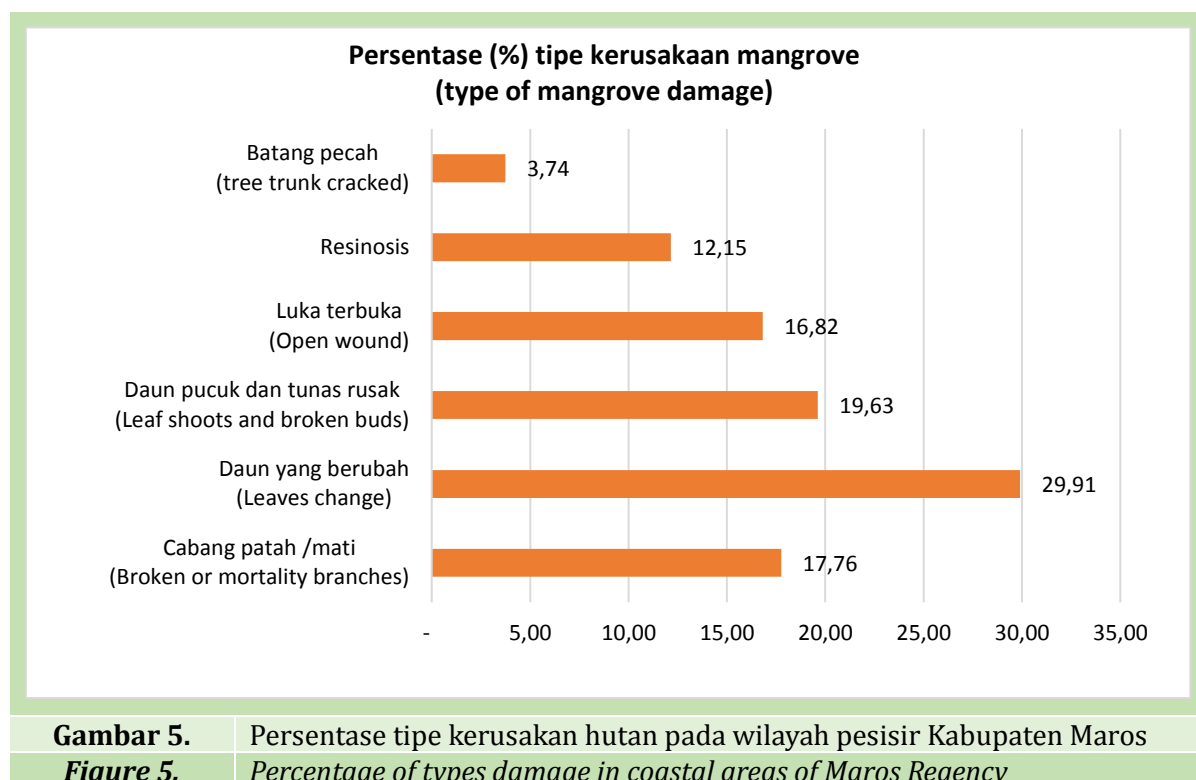
No.	Tingkat kesehatan hutan (Health levels forest)	Foto di lapangan (Photos in the field)	Citra Sentinel-2	Keterangan (Remarks)
1.	Sangat baik (Excellent)			NDVI: 0,761845 X: 0778757 Y: 9459209
2.	Baik (Good)			NDVI: 0,649852 X: 0779728 Y: 9453396
3.	Normal (Normal)			NDVI: 0,324496 X: 0779492 Y: 9454200
4.	Buruk (Bad)			NDVI: 0,180475 X: 0779378 Y: 9457804
5.	Sangat buruk (Awful)			NDVI: 0,761845 X: 0779728 Y: 9453396

**Gambar 4.** Perbandingan data observasi lapangan dengan hasil analisis kesehatan  
**Figure 4.** Comparison of field observation data with health analysis results

terdapat bercak-bercak kuning dan putih. Perubahan bentuk, warna dan adanya bercak-bercak kuning pada daun tersebut disebabkan adanya penurunan unsur hara makro yakni unsur nitrogen (N) yang terkandung, sehingga dapat mengganggu proses pembentukan klorofil, menurunkan kandungan protein, dan memicu meningkatnya antosianin. Antosianin inilah yang dapat merubah warna daun menjadi kuning (klorosis), pada akhirnya daun yang mengalami stres/rusak akan berjatuh (gugur) (Maulida & Agustina, 2021). Hal ini serupa dengan tipe kerusakan pada daun yakni pucuk atau tunas yang mengalami kerusakan. Hasil pengamatan diperoleh adanya bercak putih dan kekeringan pada bagian pucuk atau tunas.

Adanya cabang patah/mati yang ditemukan pada lokasi penelitian yang disebabkan jarak tanam terlalu dekat dengan pohon mangrove

lainnya, sehingga memicu persaingan pertumbuhan dan terjadi gesekan antar cabang pohon. Hal ini ditandai dengan hilangnya ranting dan daun, sehingga berdampak kematian/patah pada mangrove. Jenis tumbuhan yang mengalami persaingan mendapatkan cahaya matahari akan mengalami kelambatan pertumbuhan di masa awal tanam. Akhirnya jenis tumbuhan yang menang akan tersebar luas dan memengaruhi individu lainnya (Rahawarin, 2019). Berikutnya adanya luka terbuka pada bagian batang pohon. Kerusakan ini disebabkan serangan rayap, sehingga pohon mengalami luka terbuka. Salah satu penyebab timbulnya luka terbuka pada batang pohon karena keberadaan lumut kerak (Lichen) yang menjadi salah satu pakan rayap, dimana pada kondisi lembap dan kurangnya menerima sinar matahari memicu kedatangan



rayap (Wali & Ningkeula, 2019).

Tipe kerusakan berikutnya ditemukan adanya resinosis pada batang pohon. Jenis kerusakan ini ditandai adanya cairan yang keluar pada pohon mangrove dan memiliki kelainan pada batang dimana terdapat lubang keluarnya cairan berwarna coklat dan mengering. Ada 6 kasus gangguan yang merusak batang pohon mangrove, beberapa di antaranya terserang hama penggerek, mengeluarkan cairan atau zat ekstraktif, dampaknya pohon mengalami pelapukan atau mati (Ardiansyah *et al.* 2018). Terakhir, jenis kerusakan yang dijumpai yaitu batang pecah, sebanyak 4 pohon. Adapun tanda kerusakan pada pohon dapat terlihat adanya retak pada bagian batang atau sela-sela dalam kayu. Peluang terjadinya retak/pecah pada batang pohon karena jarak pohon dengan pohon lainnya mengalami persaingan ruang tumbuh, sehingga unsur hara tidak terpenuhi atau tidak seimbang. Akibatnya salah satu dari pertumbuhan mangrove akan mengalami kerusakan, hingga terjadi kematian (Rahawarin, 2019). Sehubungan dengan hal tersebut, penyebab kerusakan tegakan mangrove juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan keberadaan jenis hama yang dapat menimbulkan kerusakan (Haneda & Suheri, 2018).

#### IV. Kesimpulan dan Saran

##### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil temuan penelitian, kawasan mangrove dijumpai di wilayah pesisir Kabupaten Maros dan tersebar di Kecamatan Marusu, Kecamatan Maros Baru, Kecamatan Lau, dan Kecamatan Bontoa dengan luas masing-masing 131,87 ha, 95,59 ha, 85,37 ha, dan 60,01 ha. Kesehatan mangrove terbagi menjadi 5 kategori yaitu sangat baik, baik, normal, buruk dan sangat buruk dengan luas masing-masing 100,73 ha, 240,43 ha, 1,99 ha, 9,5 ha, dan 20,2 ha. Sedangkan kerusakan mangrove berdasarkan 30 titik sampel, diidentifikasi sebanyak 6 tipe kerusakan, yakni daun yang berubah, daun pucuk dan tunas rusak, cabang patah/mati, luka terbuka, resinosis, batang pecah, dengan persentase masing-masing 29,91%, 19,63%, 17,76%, 16,82%, 12,15%, dan 3,74%.

##### B. Saran

Pada pelaksanaan observasi lapangan sebaiknya menggunakan data dengan ketajaman dan resolusi yang lebih tinggi untuk mempertajam keakuratan hasil interpretasi luas mangrove. Citra resolusi tinggi juga dapat dimanfaatkan untuk mengenal jenis mangrove

dan tampak kerusakan sebagai pengembangan penelitian selanjutnya. Di samping itu, penelitian ini dapat dikembangkan dengan memasukkan pengaruh pasang surut dan sedimentasi terhadap perkembangan kesehatan vegetasi mangrove dan memperkaya hasil penelitian.

## Ucapan Terima Kasih

Kami ucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia sebagai pemberi dana hibah penelitian, serta kepada berbagai pihak yang telah memberi dukungan dan membantu baik dalam proses penyiapan hingga berakhirnya penelitian ini.

## Deklarasi

### Kontribusi Penulis

MFM: kontributor utama, konseptualisasi penelitian, perancangan kajian, pengumpulan data, analisis data, dan koreksi bahasa tulisan; MD: kontributor anggota, survei dan analisis data lapangan; RA: kontributor anggota, koleksi data dan interpretasi citra.

### Konflik Kepentingan

Para penulis menyatakan bahwa mereka tidak memiliki kepentingan yang saling bersaing atau hubungan keuangan yang dapat berpengaruh pada mereka dalam menulis artikel ini.

## Daftar Pustaka

- Abimanyu, B., Safe'i, R., & Hidayat, W. (2019). Aplikasi metode *Forest Health Monitoring* dalam penilaian kerusakan pohon di Hutan Kota Metro. *Jurnal Sylva Lestari*, 7(3), 289–298.
- Ardiansyah, F., Safe'i, R., Hilmanto, R., & Indriyanto. (2018). Analisis kerusakan pohon mangrove menggunakan teknik *Forest Health Monitoring (FHM)*. *Prosiding Seminar Nasional Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian BKS – PTN Bagian Barat*, 763–773.
- Arfan, A., Nyompa, S., Maru, R., Nurdin, S., & Juanda, M. F. (2021). Mapping analysis of mangrove areas using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) method in Maros District South Sulawesi. *Journal of Physics: Conference Series*, 2123, 012010.
- BIG. (2014). Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 3 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Mangrove. *Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 3 Tahun 2014*, 47.
- Endeleo. (2020). *Indicator : NDVI – Vegetation health & density*. Diambil tanggal 18 Oktober 2020 dari <https://endeleo.vgt.vito.be/dataproducts.html>
- Haneda, N. F., & Suheri, M. (2018). Hama mangrove di Kecamatan Batu Ampar, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. *Jurnal Silviculture Tropika*, 9(1), 16–23.
- Ibharim, N. A., Mustapha, M. A., Lihan, T., & Mazlan, A. G. (2015). Mapping mangrove changes in the Matang Mangrove Forest using multi temporal satellite imageries. *Ocean and Coastal Management*, 114, 64–76.
- Kawamuna, A., Suprayogi, A., & Wijaya, A. P. (2017). Analisis kesehatan hutan mangrove berdasarkan metode klasifikasi NDVI pada Citra Sentinel-2 (Studi Kasus : Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi). *Jurnal Geodesi Undip*, 6, 277–284.
- Konom, N. H., Cabuy, R. L., & Wanma, A. O. (2019). Identifikasi kerusakan areal hutan mangrove akibat aktivitas penduduk di daerah Airtiba Kabupaten Kaimana. *Jurnal kehutanan papuasiasia*, 5(2), 153–163.
- Lukiawan, R., Purwanto, E. H., & Ayundyahrini, M. (2019). Analisis pentingnya standar koreksi geometrik citra satelit resolusi menengah dan kebutuhan manfaat bagi pengguna. *Jurnal Standardisasi*, 21(1), 45.
- Maulida, A. P., & Agustina, E. (2021). Identifikasi kerusakan tanaman mangrove di wilayah pesisir Pantai Aceh Pasca Tsunami. *Prosiding Seminar Nasional Biotik IX 2021*, 9(2), 226–233.
- Mayudin, A. (2012). Kondisi ekonomi pasca konversi hutan mangrove menjadi lahan tambak di Kabupaten Pangkajene Kepulauan Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal EKSOS*, 8(2), 90–104.
- Naufal, N., Asriadi, A., Absar, S., & Al, E. (2022). Avoiding mistakes in drone usage in Participatory mapping: Methodological considerations during the pandemic. *Forest and Society*, 6(1), 226–242.
- Nurdiansah, D., & Dharmawan, I. W. E. (2018). Komunitas mangrove di wilayah pesisir Pulau Tidore dan sekitarnya. *OLDI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia)*, 3(1), 1–9.
- Nursaputra, M. (2014). *Deteksi tingkat kesehatan hutan sebagai upaya perlindungan dan pelestarian ekosistem penting dalam pengelolaan Daerah Aliran Sungai : (Studi kasus*

- tipe-tipe hutan di DAS Maros Sulawesi Selatan). Tesis. Universitas Gadjah Mada.
- Pemerintah Kabupaten Maros. (2011). *Kajian lingkungan hidup strategis Kabupaten Maros*.
- Pemerintah Kabupaten Maros. (2012). *Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Maros Tahun 2012-2032*.
- Pemerintah Kabupaten Maros. (2014). Dokumen Rencana Program Investasi Infrastruktur Jangka Menengah (RPI2-JM) Kabupaten Maros. In *Penyusunan RPI2-JM Tahun 2014* (p. 14).
- Pemerintah Kabupaten Maros. (2018). Buku putih sanitasi Kabupaten Maros. In *Buku Putih Sanitasi Kabupaten Maros* (pp. 1-2).
- Pranata, R., Patandean, A. J., Ahmad, Y., & Al, A. (2016). Analisis sebaran dan kerapatan mangrove menggunakan citra landsat 8 di Kabupaten Maros. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 12(1), 88-95.
- Prasita, V. D. (2015). Determination of shoreline changes from 2002 to 2014 in the mangrove conservation areas of Pamurbaya using GIS. *Procedia Earth and Planetary Science*, 14, 25-32.
- Putri, D. R., Sukmono, A., Sudarsono, B., & Al, E. (2018). Analisis Kombinasi Citra Sentinel-1a Dan Citra Sentinel-2a Untuk Klasifikasi Tutupan Lahan (Studi Kasus: Kabupaten Demak, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(2), 85-96.
- Quang, N. H., Quinn, C. H., Stringer, L. C., Carrie, R., Hackney, C. R., Van Hue, L. T., Tan, D. Van, & Thanh Nga, P. T. (2020). Multi-decadal changes in mangrove extent, age and species in the Red River Estuaries of Viet Nam. *Remote Sensing*, 12(14), 2289.
- Rahawarin, Y. Y. (2019). Komposisi vegetasi mangrove di muara Sungai Siganoi Sorong Selatan - Papua. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 10(3), 134-140.
- Rodriguez, A. (2021). *A Comprehensive study of forest health and structure following the west fork fire complex in Southwest Colorado through Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Normalized Burn Ratio (NBR) item type electronic report; text* [The University of Arizona].
- Safe'i, R. (2021). Tingkat kesehatan hutan mangrove dalam hubungannya dengan perubahan iklim (Studi kasus mangrove pesisir timur Kabupaten Lampung Timur). *Jurnal Hutan Tropis*, 9(3), 325-332.
- Setiawan, A., Akhbar, A., & Arianingsih, I. (2018). Analisis vegetasi mangrove menggunakan (NDVI) pada ekosistem mangrove di Kecamatan Balinggi Kabupaten Parigi Moutong. *Jurnal Forest Sains*, 15(2), 82-90.
- Short. (1982). The Landsat Tutorial Workbook, New York: The National Aeronautics and Space Administration (NASA). In *National Aeronautics and Space Administration Scientific and Technical Information Branch 1982 STANFORD: Vol. 30*.
- Stehr, A., & Aguayo, M. (2017). Snow cover dynamics in Andean watersheds of Chile (32.0-39.5° S) during the years 2000-2016. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21(10), 5111-5126.
- Stringer, C. E., Trettin, C. C., Zarnoch, S. J., & Tang, W. (2015). Carbon stocks of mangroves within the Zambezi River Delta, Mozambique. *Forest Ecology and Management*, 354, 139-148.
- Susilawati, N. G. K., Toknok, B., & Korja, I. N. (2018). Faktor penyebab kerusakan hutan mangrove di Desa Buranga Kecamatan Ampibabo Kabupaten Parigi Moutong. *J. Forest Sains*, 15(2), 91-99.
- Suyadi. (2009). Kondisi hutan mangrove di Teluk Ambon: Prospek dan Tantangan. *Berita Biologi*, 9(5), 481-490.
- Trinanda, T. C. (2017). Pengelolaan wilayah pesisir Indonesia dalam rangka pembangunan berbasis pelestarian lingkungan. *Matra Pembaruan (Jurnal Inovasi kebijakan)*, 1(2), 75-84.
- Wali, M., & Ningkeula, E. S. (2019). Tingkat kerusakan batang akibat serangan hama pada tegakan jati. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 12(2), 272-278.
- Winarso. (2018). Metode cepat pemantauan hutan mangrove menggunakan data penginderaan jauh. *Seminar nasional geomatika, penggunaan dan pengembangan produk informasi geospasial mendukung daya saing nasional*, 901-910.