

# Estimasi Tutupan Kanopi Berdasarkan NDVI dan Kondisi Tutupan Tajuk pada Ekosistem Mangrove Negeri Passo, Teluk Ambon Dalam

Janson Hans Pietersz<sup>1\*</sup>, Rudhi Pribadi<sup>2</sup>, Reinhardus Pentury<sup>1</sup>, Raden Ario<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura

Jl. Chr. Soplaniit, Teluk Ambon, Ambon, Maluku 97234, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia

Email : jansonpietersz.1301@gmail.com

## Abstract

### **Estimation of Canopy Cover Based on NDVI and Condition of Canopy Closure in the Mangrove Ecosystem of Passo Village, Inner Ambon Bay**

Mangrove canopy cover plays an important role in maintaining and protecting environmental stability in coastal areas, namely as a habitat for various terrestrial species and as protection from direct exposure to ultraviolet light on associated aquatic organisms. Mangrove canopy cover is important in protecting coastal areas from strong winds. This research aims to analyze the condition of the mangrove area, the condition of canopy cover based on the NDVI value and the percentage value of canopy closure, and the relationship between NDVI and percentage canopy closure. Sentinel-2B image data was processed using QGIS 3.28.13 and ArcGIS 10.8 software. Maximum likelihood classification is used to separate mangrove delineation from other objects, and an accuracy test is carried out using a confusion matrix to test the accuracy of the classification results. Observations were determined using a purposive sampling method, and canopy closure data was collected using a simple hemispherical photography method. The condition of canopy cover was analyzed based on NDVI calculations and calculation of the percentage of canopy closure, which was carried out using image-j software and Microsoft Excel 2010. The analysis showed that ten types of mangroves included seven families and eight genera with a mangrove area of 21.66 ha. 62.70% of the mangrove area has a canopy cover condition based on the NDVI value, which is very dense. Also, 50% of observation stations have a canopy cover condition based on the canopy cover percentage value, which is still classified as dense. The correlation between the NDVI value and the percentage value of mangrove canopy cover has a unidirectional relationship and a very strong relationship with a correlation coefficient  $r$  of 0.949.

**Keywords:** Mangrove, Canopy, NDVI, Hemispherical, Correlation

## Abstrak

Tutupan Kanopi mangrove sangat berperan penting dalam menjaga dan melindungi kestabilan lingkungan pada wilayah pesisir, yaitu sebagai habitat bagi berbagai macam spesies terestrial dan juga sebagai pelindung dari terpaan sinar ultraviolet secara langsung terhadap organisme perairan yang berasosiasi, tutupan kanopi mangrove juga sangat berperan penting dalam menjaga dan melindungi wilayah pesisir dari terpaan angin kencang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi luasan mangrove, kondisi tutupan kanopi berdasarkan nilai NDVI dan nilai persentase tutupan tajuk mangrove, serta menganalisis hubungan NDVI dan persentase tutupan tajuk. Pengolahan data citra Sentinel-2B dilakukan dengan menggunakan software QGIS 3.28.13 dan ArcGIS 10.8. klasifikasi *maximum likelihood* digunakan untuk memisahkan delineasi mangrove dengan objek lainnya dan dilakukan uji akurasi dengan menggunakan *confusion matrix* untuk menguji keakuratan hasil klasifikasi. Penentuan stasiun pengamatan dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling* serta pengambilan data tutupan tajuk dilakukan dengan menggunakan metode *hemispherical photography* sederhana. Kondisi tutupan kanopi dianalisis berdasarkan perhitungan NDVI dan perhitungan persentase tutupan tajuk mangrove yang dilakukan dengan menggunakan bantuan software image-j dan Microsoft Excel 2010. Hasil analisis menunjukkan bahwa dapat ditemukan 10 jenis mangrove yang terdiri dari 7 famili dan 8 genera dengan luasan mangrove sebesar 21,66 ha. 62,70% luasan mangrove memiliki Kondisi tutupan kanopi berdasarkan nilai NDVI tergolong sangat padat dan 50% stasiun pengamatan memiliki kondisi tutupan kanopi berdasarkan nilai persentase tutupan tajuk masih tergolong padat. Hubungan korelasi antara nilai NDVI dan nilai persentase tutupan tajuk mangrove memiliki hubungan korelasi searah dan memiliki hubungan yang sangat kuat dengan koefisien korelasi  $r$  sebesar 0,949.

**Kata kunci :** Mangrove, Kanopi, NDVI, Hemispherical, Korelasi

## PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem penting yang berada pada wilayah pesisir. Keberadaan ekosistem mangrove pada wilayah pesisir memiliki peranan yang sangat

penting bagi kehidupan manusia dan organisme perairan serta terestrial. Secara tidak langsung ekosistem mangrove sangat berperan penting dalam peningkatan perekonomian serta nilai gizi masyarakat sekitar dan juga sebagai sumber peningkatan produktivitas perairan. Sedangkan peranan ekosistem mangrove secara langsung yaitu sebagai habitat dan tempat berlindung bagi berbagai macam organisme perairan dan terestrial yang berasosiasi, kemudian ekosistem mangrove juga sangat berperan penting dalam menjaga dan melindungi area pesisir dari terpaan angin kencang dan gelombang besar (Karminarsih, 2007; Madiama *et al.*, 2016; Supriharyono, 2017).

Peranan ekosistem mangrove juga secara nyata masih dapat terlihat dan dirasakan oleh lingkungan pesisir, laut serta masyarakat di Teluk Ambon Dalam. Salah satu area ekosistem mangrove yang berperan penting pada wilayah tersebut adalah ekosistem mangrove Negeri Passo. Pada ekosistem mangrove Negeri Passo masih dapat dijumpai empat spesies kepiting bakau yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar (Siahainenia & Makatita, 2020), karena habitat makan dari spesies kepiting bakau pada area tersebut masih didukung oleh kondisi tutupan mangrove yang masih baik (Tarumasely *et al.*, 2022). Sedangkan pada tutupan tajuk mangrove Negeri Passo sering dimanfaatkan oleh 11 jenis burung untuk dijadikan sebagai tempat berlindung dan berkembang biak (Puttieleihalat *et al.*, 2020). Sehingga secara tidak langsung keberadaan ekosistem mangrove pada wilayah pesisir di Teluk Ambon Dalam khususnya ekosistem mangrove Negeri Passo perlu dijaga dan dilestarikan.

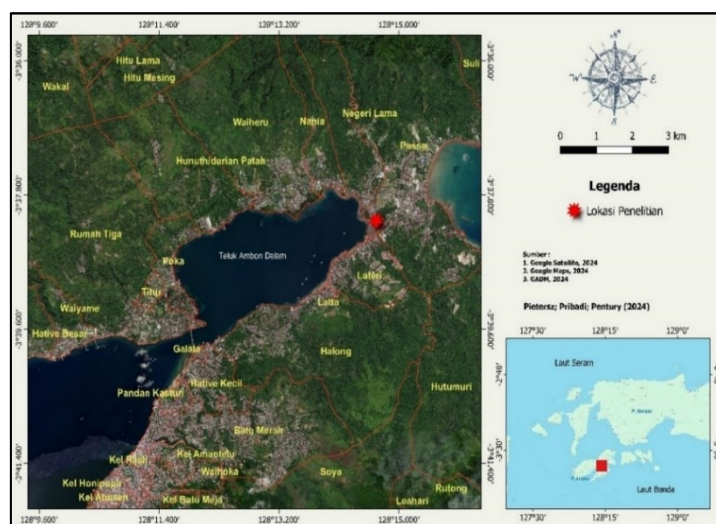
Keberadaan ekosistem mangrove Negeri Passo sampai saat ini juga tidak lepas dari berbagai macam ancaman dan tekanan yang diberikan dari berbagai bentuk aktivitas masyarakat di Pulau Ambon. Hal tersebut dapat terlihat jelas dari luasan ekosistem mangrove Negeri Passo berdasarkan hasil analisis citra satelit terus mengalami fluktuasi luasan sejak tahun 1999 sampai tahun 2020 (Rihulay & Papilaya, 2022). Sehingga kegiatan monitoring terkait perubahan luasan ekosistem mangrove harus terus dilakukan dan kemudian perlu juga dikaji terkait kondisi tutupan kanopi mangrove agar dapat dijadikan sebagai dasar dalam pelaksanaan kegiatan konservasi mangrove di Negeri Passo kedepannya. Berdasarkan kajian sebelumnya, kondisi tutupan mangrove di pesisir Teluk Ambon Dalam dapat diketahui berdasarkan indeks NDVI (Alimudi *et al.*, 2023). Indeks NDVI merupakan salah satu algoritma indeks vegetasi yang paling populer dan sering digunakan untuk menilai tingkat kehijauan suatu vegetasi (Huang *et al.*, 2021; Safitri *et al.*, 2023). Namun hal ini tidak berarti bahwa penilaian dengan indeks NDVI dapat efektif secara universal karena setiap indeks vegetasi yang dianalisis dengan menggunakan penginderaan jauh memiliki hasil interpretasi yang sangat dipengaruhi oleh efek atmosfer dan sensor (Huang *et al.*, 2021). Sehingga untuk menguji keakuratan hasil interpretasi tutupan mangrove berdasarkan indeks NDVI, maka dapat dipertimbangkan untuk menggunakan metode analisis tutupan mangrove dengan kajian yang berbeda seperti, metode *hemispherical photography* sederhana. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi terkini luasan mangrove di Negeri Passo, kemudian menganalisis kondisi tutupan kanopi mangrove berdasarkan Indeks NDVI dan persentase tutupan tajuk mangrove dengan metode *hemispherical photography* sederhana, serta juga untuk menganalisis hubungan korelasi antara hasil nilai indeks NDVI dengan hasil nilai persentase tutupan tajuk mangrove berdasarkan metode *hemispherical photography* sederhana.

## MATERI DAN METODE

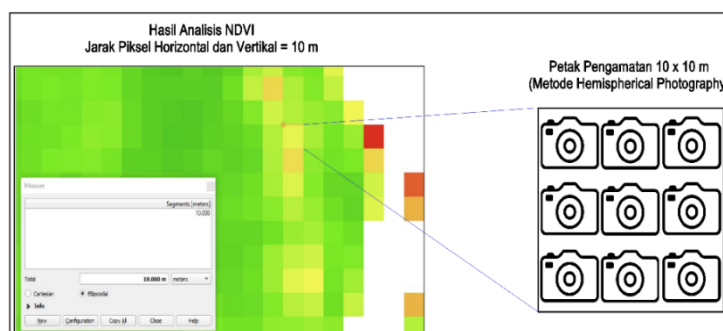
Penelitian ini berlangsung pada bulan Januari 2024 yang bertempat pada ekosistem mangrove Negeri Passo, Kota Ambon, Provinsi Maluku. Secara astronomis area kajian pada komunitas mangrove Negeri Passo berada pada posisi  $128^{\circ} 14' 25,26'' - 128^{\circ} 14' 57,71''$  BT dan  $3^{\circ} 38' 7,28'' - 3^{\circ} 37' 59,13''$  LS (Gambar 1). Penelitian ini menggunakan citra Sentinel-2B dengan waktu akuisisi 1 Desember 2023. Citra yang digunakan merupakan citra yang diunduh melalui situs <https://dataspace.copernicus.eu/> dengan persentase tutupan awan pada citra <5%. Citra sentinel-2B merupakan citra yang dapat memberikan hasil analisis kondisi vegetasi mangrove dengan resolusi sebesar 10 m (Belgiu & Csillik, 2018). Apabila dibandingkan dengan citra resolusi sedang lainnya, citra sentinel 2 dapat memberikan hasil interpretasi yang dapat menunjukkan objek di permukaan bumi khususnya ekosistem mangrove secara detail (Safitri *et al.*, 2023).

Pengambilan data tutupan mangrove berdasarkan nilai persentase tutupan tajuk dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling* yang merupakan Teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2013). Metode ini diaplikasikan dengan menentukan stasiun pengamatan secara acak pada ekosistem mangrove Negeri Passo berdasarkan nilai pixel kelas hasil klasifikasi tutupan mangrove menurut indeks kerapatan mangrove. Kemudian pada setiap stasiun pengamatan akan dibentuk petak pengamatan dengan ukuran 10x10 m dan pada setiap petak pengamatan tersebut dilakukan pengambilan data tutupan tajuk mangrove dengan menggunakan metode *hemispherical photography* sederhana (Jennings *et al.*, 1999; Dharmawan *et al.*, 2020; Dharmawan, 2020). Metode tersebut diaplikasikan dengan mengambil foto tutupan kanopi mangrove ke arah langit dengan menggunakan kamera *handphone* yang memiliki resolusi kamera >5 megapixel. Pengambilan foto tutupan tajuk mangrove di setiap petak pengamatan dilakukan sebanyak 9 pengulangan (Gambar 2). Proses pencarian stasiun pengamatan dilakukan dengan bantuan GPS Garmin 62s.

Pemrosesan data citra adapun aplikasi yang digunakan yaitu QGIS 3.28.13 dan ArcGIS 10.8. Pemrosesan data citra diawali dengan melakukan koreksi atmosferik, proses tersebut bertujuan untuk mengurangi objek gelap pada citra yang dilakukan dengan bantuan prosesor DOS 1 pada plugin klasifikasi semi-otomatis untuk QGIS (Valdivieso-Ros *et al.*, 2021). Selanjutnya dilakukan proses komposit band dengan menggunakan kombinasi kanal RGB 8114 yang dilakukan agar dapat membedakan deliniasi mangrove dengan objek lainnya. Kombinasi kanal tersebut sangat baik digunakan dikarenakan dapat membantu dalam proses klasifikasi, sehingga hasil perbedaan seluruh



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian



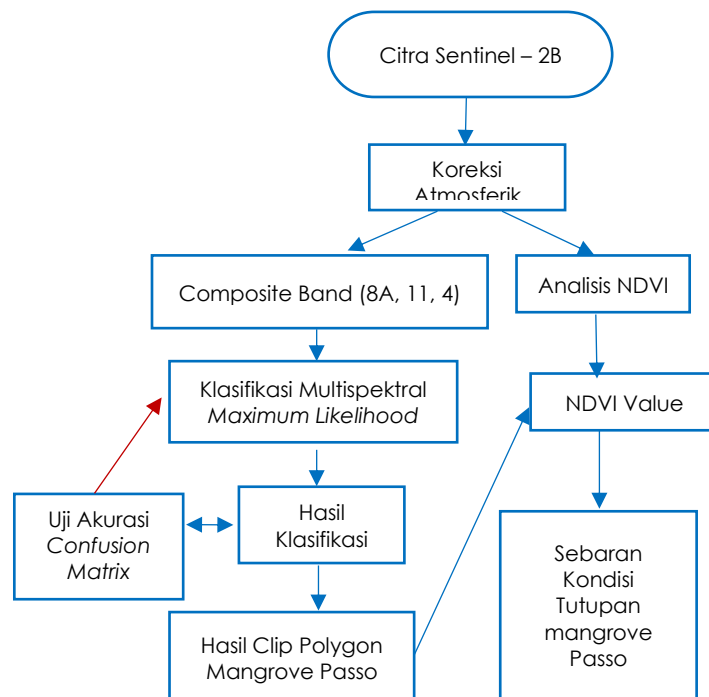
**Gambar 2.** Penentuan Stasiun (Petak Pengamatan) Berdasarkan Nilai Kelas NDVI

kelas akan mudah untuk dipisahkan (Adinegoro *et al.*, 2023). Kemudian pada proses klasifikasi multispektral digunakan metode maximum likelihood yang merupakan metode klasifikasi terbimbing untuk menentukan distribusi pixel berdasarkan kelasnya (Ahmad & Quegan, 2012; Miranda *et al.*, 2018). Uji akurasi hasil klasifikasi dilakukan dengan menggunakan *confusion matrix* dengan membuat checkpoint kesesuaian objek hasil klasifikasi terhadap objek uji (Simamora *et al.*, 2015). Hasil klasifikasi yang telah dilakukan uji akurasi kemudian dilakukan proses clip terhadap polygon mangrove untuk diketahui luasannya dan sebagai data acuan dalam analisis lanjutan terkait sebaran kondisi tutupan tajuk mangrove (Gambar 3).

Kondisi tutupan kanopi berdasarkan nilai kerapatan mangrove dianalisis dengan menggunakan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) yang memiliki nilai berkisar dari 0-1 (Hanan *et al.*, 2020; Dharmawan *et al.*, 2020). Pada proses analisis NDVI citra yang digunakan telah melalui proses koreksi atmosferik sehingga dapat memberikan hasil perhitungan yang lebih akurat. Hasil perhitungan NDVI sangat dipengaruhi oleh faktor atmosfer, tanah dan komponen piksel sehingga pola perilaku pada analisis NDVI akan menjadi rumit karena respon spektral dari kedua pita spektral yang digunakan tidak memiliki respon yang sama terhadap faktor-faktor tersebut (Huang *et al.*, 2021). Persamaan yang digunakan dalam menganalisis NDVI yaitu menurut Tucker (1979), sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{NIR-Red}{NIR+Red}$$

Data foto penutupan tajuk mangrove dilakukan analisa lanjutan dengan menggunakan aplikasi Image-J dan Microsoft Excel 2010 (Dharmawan *et al.*, 2020; Dharmawan, 2020). Analisis foto tutupan tajuk mangrove dilakukan untuk mengetahui berapa persentase jumlah pixel tutupan daun dan ranting terhadap pixel langit. Kemudian dalam menentukan kondisi tutupan kanopi berdasarkan tutupan tajuk mangrove di nilai berdasarkan kriteria baku mutu kerusakan mangrove menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 201 (2004), yaitu kondisi tutupan tajuk mangrove yang tergolong sangat padat memiliki tutupan kanopi  $\geq 75\%$ , sedang  $\geq 50\% - < 75$  dan kondisi jarang dengan kondisi tutupan kanopi mangrove  $< 50\%$ .



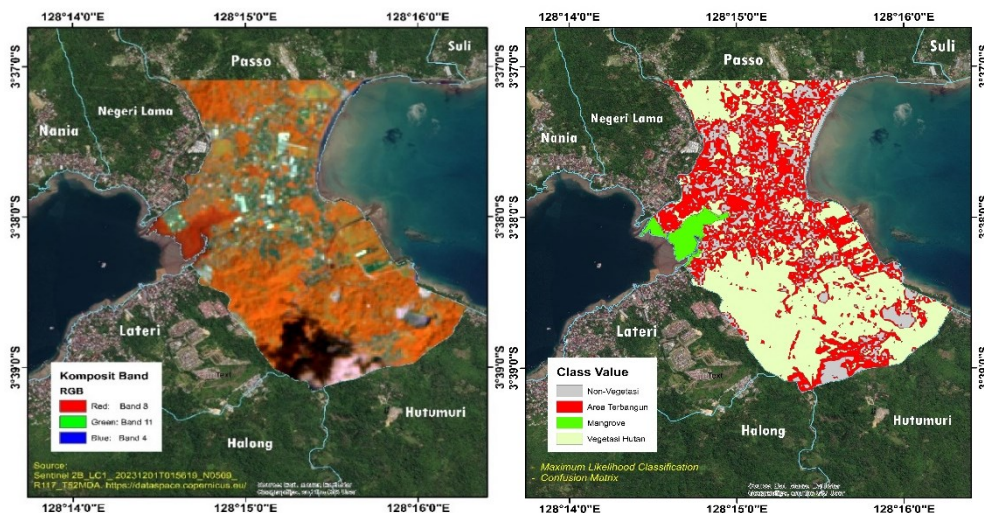
**Gambar 3.** Bagan Alir Proses Klasifikasi dan Analisis NDVI Mangrove Negeri Passo

Kemudian untuk mengetahui hubungan antara nilai NDVI dan nilai persentase tutupan tajuk, maka dianalisis dengan melakukan uji korelasi pearson (Bivariate) (Samuels & Gilchrist, 2014; Schober & Schwarte, 2018). Proses uji korelasi pearson dilakukan dengan menggunakan bantuan aplikasi IBM SPSS Statistic 26. Hubungan korelasi memiliki nilai berkisar antara 0-1 dan apabila bernilai positif maka hubungan kedua parameter memiliki hubungan yang searah dan apabila nilai korelasinya bernilai negatif maka kedua parameter memiliki hubungan yang berlawanan (Ananda & Fadhli, 2018).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil interpretasi pola sebaran mangrove di Negeri Passo dengan melakukan Kombinasi band 8-11-4 (Near Infrared, Shortwave Infrared, Red) dapat menunjukkan hasil yang jelas dalam membedakan delineasi mangrove terhadap delineasi vegetasi hutan, non-vegetasi dan lahan terbangun. Hasil komposit menunjukkan bahwa delineasi mangrove memiliki warna merah agak gelap, non-vegetasi memiliki warna putih dan biru, lahan terbangun memiliki warna putih kehijauan serta hijau, dan kemudian vegetasi hutan memiliki warna orange (Gambar 4). Perbedaan warna antara delineasi mangrove yang memiliki warna yang agak gelap dengan delineasi vegetasi hutan yang berwarna agak terang disebabkan karena mangrove merupakan kelompok tumbuhan yang hidup pada area yang selalu tergenang oleh air sehingga mengakibatkan daun mangrove memiliki kandungan air yang cukup banyak apabila dibandingkan dengan tumbuhan terestrial. Menurut Adinegoro *et al* (2023), band NIR dapat mendeteksi vegetasi sebagai warna merah dikarenakan kanal inframerah dekat memiliki pantulan nilai spektral tinggi karena spektrum merah lebih menyerap banyak energi untuk fotosintesis pada daun, kemudian band SWIR dapat mendeteksi objek tanah yang berwarna Putih dan hijau, Sedangkan band Red dapat mendeteksi objek yang ditangkap berupa air, objek air pada sinar tampak lebih menyerap energi elektromagnetik yang dipancarkan dan karena air menyerap spektrum biru dan merah sehingga warnanya menjadi agak gelap.

Dari hasil komposit band kemudian dilakukan proses klasifikasi yang dapat menghasilkan empat kelas objek yaitu non-vegetasi, area terbangun, mangrove dan vegetasi hutan (Gambar 4). Kemudian untuk mengetahui kelayakan hasil klasifikasi tersebut, maka dilakukan uji akurasi terhadap hasil klasifikasi tersebut. Pada proses uji akurasi digunakan 104 check point untuk menguji kesesuaian objek hasil klasifikasi dengan objek sebenarnya. Berdasarkan uji akurasi maka dapat diketahui bahwa, hasil klasifikasi sangat bagus dan sesuai, serta layak digunakan untuk menggambarkan kondisi lapangan dengan nilai *overall accuracy* sebesar 96% dan nilai *kappa accuracy* sebesar 94% (Tabel 1).



**Gambar 4.** Hasil Komposit Band (8 11 4) dan Hasil Klasifikasi serta Uji Akurasi

**Tabel 1.** Matriks Hasil Uji Akurasi

Class Value	User Accuracy	Producer Accuracy	Overall Accuracy	Kappa Accuracy
Non-Vegetasi	87%	100%	96%	94%
Area Terbangun	94%	97%		
Mangrove	100%	100%		
Vegetasi Hutan	100%	93%		

Berdasarkan hasil klasifikasi citra Sentinel-2B perekaman pada tanggal 1 Desember 2023 dapat diketahui bahwa, luasan ekosistem mangrove di Negeri Passo memiliki luas sebesar 21,66 ha. Luasan mangrove tersebut mengalami penurunan luasan apabila dibandingkan dengan kondisi luasan mangrove di tahun-tahun sebelumnya. Menurut (Rihulay & Papilaya, 2022) Kondisi luasan mangrove Negeri Passo pada tahun 2020 berdasarkan hasil klasifikasi menggunakan citra Landsat 8 OLI memiliki luas sebesar 23,32 ha. Sedangkan secara keseluruhan luasan mangrove pada wilayah pesisir di Teluk Ambon Dalam berdasarkan hasil klasifikasi citra Sentinel-2B tahun 2023 memiliki luas sebesar 44,25 ha (Alimudi *et al.*, 2023). Sehingga dapat dijelaskan bahwa ekosistem mangrove Negeri Passo saat ini merupakan ekosistem mangrove pada wilayah pesisir Teluk Ambon Dalam yang memiliki luasan cukup besar dengan persentase luasan sebesar 48,94 %. Menurunnya luasan hutan mangrove pada wilayah pesisir di Teluk Ambon Dalam dikarenakan rusaknya sebagian area hutan mangrove yang disebabkan oleh aktivitas pencemaran dan telah terjadinya alih fungsi lahan (Alimudi *et al.*, 2023).

Ekosistem mangrove Negeri Passo memiliki nilai rentang NDVI antara 0,06 – 0,51 (Gambar 5). Hasil analisis NDVI dari berbagai macam citra akan memiliki rentan kelas yang berbeda, sedangkan citra sentinel-2 untuk tutupan hutan akan berada pada rentang 0 – 0,8 (Huang *et al.*, 2021). Dari hasil rentang kelas maka kondisi tutupan mangrove berdasarkan nilai NDVI di Negeri Passo dapat dikelompokkan menjadi empat kelas, yaitu: kelas dengan kondisi tutupan jarang, kondisi sedang, kondisi padat dan kelas dengan kondisi tutupan sangat padat. Kemudian berdasarkan kelas kondisi NDVI tersebut dapat diketahui bahwa kondisi mangrove Negeri Passo memiliki 62,70% luasan mangrove yang tergolong dalam kondisi sangat padat, 32,46% luasan mangrove yang tergolong padat, 4,29% luasan yang tergolong sedang dan 0,55% tergolong dalam kondisi jarang (Tabel 2). Kondisi tutupan mangrove berdasarkan Indeks kerapatan NDVI di Negeri Passo yang masih didominasi oleh kondisi yang tergolong sangat padat dan padat ini, masih sesuai dengan hasil pengamatan menurut Alimudi *et al* (2023), bahwa kondisi tutupan mangrove berdasarkan indeks NDVI secara keseluruhan pada ekosistem mangrove di pesisir Teluk Ambon Dalam masih didominasi oleh kelas dengan kondisi yang tergolong sangat padat dan padat. NDVI adalah indeks paling populer yang digunakan untuk menilai suatu kondisi vegetasi, tetapi tidak berarti bahwa penilaian tersebut efektif secara universal. Perlu dicatat bahwa setiap indeks vegetasi memiliki efek atmosfer dan sensor, sehingga juga memiliki efek variabilitas yang tinggi (Huang *et al.*, 2021). Apabila penilaian NDVI tidak dapat memberikan hasil yang baik, maka perlu mempertimbangkan untuk menggunakan metode penilaian vegetasi lainnya.

Komposisi dan sebaran mangrove dikaji berdasarkan jenis mangrove yang ditemukan pada setiap stasiun pengamatan. Penentuan stasiun pengamatan ditentukan berdasarkan kelas NDVI yang telah dianalisis, yaitu: jarang (J), sedang (S), padat (P), dan sangat padat (SP). Penentuan stasiun pengamatan di setiap kelas NDVI dilakukan dengan jumlah pengulangan sebanyak 5 kali yang terdiri dari stasiun J1, J2, J3, J4, J5, S1, S2, S3, S4, S5, P1, P2, P3, P4, P5, SP1, SP2, SP3, SP4, dan SP5 (Gambar 5).

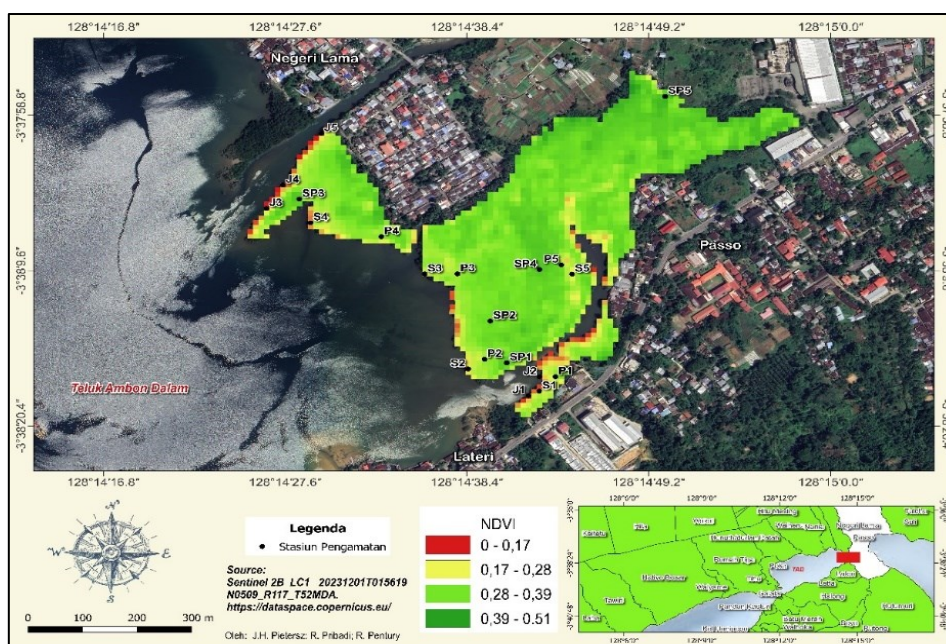
Komposisi jenis mangrove pada seluruh stasiun pengamatan di ekosistem mangrove Negeri Passo dapat ditemukan 10 jenis mangrove yang terdiri atas 7 famili dan 8 genera (Tabel 3). Jenis mangrove yang ditemukan terdiri atas *Nypa fruticans*, *Camptostemon schultzei*, *Aegiceras corniculatum*, *Acrostichum aureum*, *Bruguiera parviflora*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora*

*mucronata*, *Scyphiphora hydrophyllacea*, *Sonneratia alba* dan *Sonneratia caseolaris* (Gambar 6). Dari seluruh jenis mangrove yang ditemukan, hanya jenis mangrove dari famili Rhizophoraceae yang memiliki jumlah jenis yang paling banyak ditemukan sebanyak tiga jenis, yaitu *B. parviflora*, *R. apiculata* dan *R. mucronata* (Tabel 3). Berdasarkan kajian menurut Kaimuddin *et al* (2023), terdapat enam jenis mangrove yang ditemukan pada ekosistem mangrove Negeri Passo dengan empat jenis yang sama yaitu *A. corniculatum*, *R. apiculata*, *R. mucronata* dan *S. alba*. Sedangkan menurut Wakano & Ukaratalo (2022), ekosistem mangrove Negeri Passo dapat ditemukan sebelas jenis mangrove dengan enam jenis mangrove yang sama, yaitu: *A. aureum*, *A. corniculatum*, *B. parviflora*, *C. schultzi*, *R. apiculata* dan *S. Alba*.

Kehadiran jenis mangrove yang paling banyak ditemukan terdapat pada stasiun SP4 yang memiliki kehadiran jenis mangrove sebanyak enam jenis, yaitu *R. apiculata*, *C. schultzi*, *B. parviflora*, *R. mucronata*, *N. fruticans* dan *S. alba*. Kemudian pada stasiun pengamatan P5 juga dapat ditemukan sebanyak lima jenis dan pada stasiun S5 serta J4 dapat ditemukan empat jenis mangrove (Tabel 4). Apabila dikaji berdasarkan jenis mangrove maka dapat diketahui bahwa, Jenis mangrove yang paling mendominasi pada seluruh petak pengamatan adalah jenis *S. alba* yang dapat ditemukan pada 19 stasiun pengamatan dan *R. apiculata* yang dapat ditemukan pada 13 stasiun pengamatan. Sedangkan jenis mangrove yang memiliki penyebaran paling sedikit dimiliki oleh jenis *S. caseolaris*, *S. hydrophyllacea* dan *A. aureum* yang setiap jenisnya hanya ditemukan pada satu stasiun pengamatan.

**Tabel 2.** Kondisi Tutupan Mangrove Berdasarkan NDVI

NDVI	Tutupan Mangrove	Luas (ha)	Persentase%
0-0.17	Jarang	0.12	0.55
0.17-0.28	Sedang	0.93	4.29
0.28-0.39	Padat	7.03	32.46
0.39-0.51	Sangat Padat	13.58	62.70
Jumlah		21.66	100



**Gambar 5.** Sebaran kondisi NDVI dan Stasiun Pengamatan di Ekosistem Mangrove Negeri Passo

**Tabel 3.** Komposisi Jenis Mangrove yang Ditemukan Pada Petak Pengamatan

Famili	Genus	Jenis	Kode Jenis
Arecaceae	<i>Nypa</i>	<i>Nypa fruticans</i> Wurm.	NF
Bombacaceae	<i>Camptostemon</i>	<i>Camptostemon schultzei</i> Master	CS
Myrsinaceae	<i>Aegiceras</i>	<i>Aegiceras corniculatum</i> (L.) Blanco	AC
Pteridaceae	<i>Acrostichum</i>	<i>Acrostichum aureum</i> Linn.	AA
Rhizophoraceae	<i>Bruguiera</i>	<i>Bruguiera parviflora</i> (Roxb.) W. & A. ex Griff.	BP
	<i>Rhizophora</i>	<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	RA
		<i>Rhizophora mucronata</i> Lmk.	RM
Rubiaceae	<i>Scyphiphora</i>	<i>Scyphiphora hydrophyllacea</i> Gaertn. F.	SH
Sonneratiaceae	<i>Sonneratia</i>	<i>Sonneratia alba</i> J. E. Smith	SA
		<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	SC



**Gambar 6.** Gambaran Jenis-Jenis Mangrove yang Ditemukan

Kondisi tutupan tajuk mangrove di Negeri Passo masih dalam kondisi baik dengan stasiun pengamatan yang memiliki kondisi yang tergolong jarang terdapat pada lima stasiun pengamatan, kemudian stasiun yang tergolong sedang terdapat juga pada lima stasiun pengamatan dan stasiun pengamatan yang tergolong padat terdapat pada sepuluh stasiun (Tabel 4). Kondisi tutupan tajuk dengan nilai persentase tutupan tertinggi terdapat pada stasiun pengamatan SP2 sebesar  $90,01 \pm 2,13 \%$  dan nilai persentase tutupan tajuk terendah terdapat pada stasiun J1 sebesar  $41,43 \pm 15,91 \%$ .

Tinggi dan rendahnya nilai persentase tutupan tajuk pada suatu area sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor salah satunya yaitu kehadiran jenis mangrove. Terlihat pada stasiun pengamatan yang memiliki kondisi tutupan tajuk mangrove yang tergolong jarang dan sedang didominasi oleh jenis *S. alba* dan stasiun pengamatan yang memiliki kondisi tutupan tajuk yang padat didominasi oleh jenis *R. apiculata*, *B. parviflora* dan *S. caseolaris*. Hal sama dapat terlihat pada

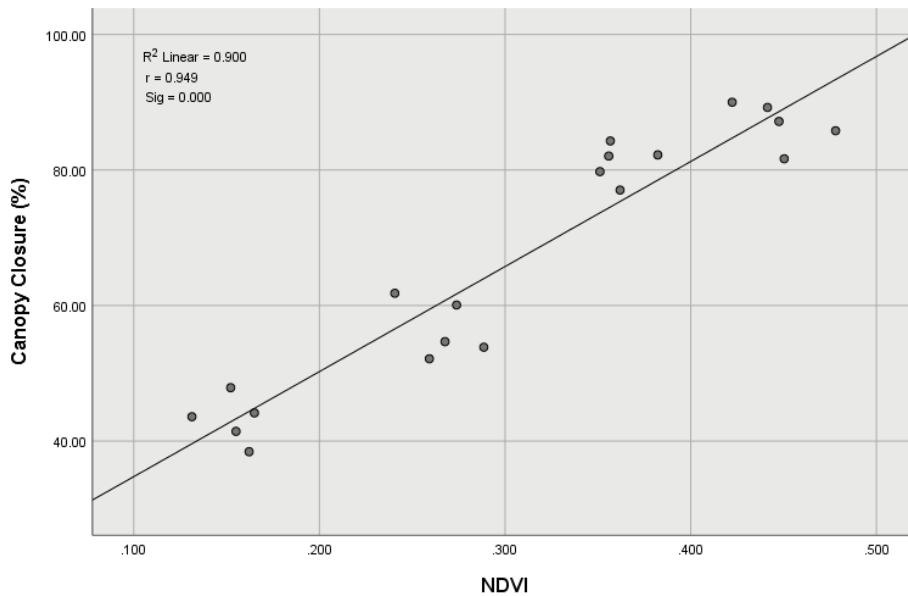


stasiun pengamatan yang didominasi oleh jenis *R. apiculata* pada ekosistem mangrove Desa Betahwalang Kabupaten Demak memiliki kondisi tutupan tajuk yang tergolong padat (Purnama et al., 2020). Kemudian kondisi yang sama juga terdapat pada ekosistem mangrove Desa Waiheru Teluk Ambon Dalam yang memiliki stasiun pengamatan yang didominasi oleh jenis *R. apiculata* dan *B. parviflora* memiliki kondisi tutupan tajuk yang tergolong padat, sedangkan stasiun pengamatan yang didominasi oleh jenis *S. alba* memiliki kondisi persentase tutupan tajuk yang tergolong jarang dan sedang (Pietersz & Pentury, 2023). Stasiun pengamatan yang didominasi oleh jenis *S. alba* pada ekosistem mangrove pulau Middleburg-Miossu Papua Barat juga memiliki kondisi tutupan tajuk yang tergolong jarang (Nurdiansah & Dharmawan, 2021). Kondisi tutupan tajuk yang tergolong sedang juga terdapat pada area ekosistem mangrove Negeri Tial Kabupaten Maluku Tengah yang didominasi oleh jenis *S. alba* (Pentury et al., 2020). Karakteristik pertumbuhan dari jenis *S. alba* yang unik dengan tipe perakaran yang sangat dominan pada suatu area pertumbuhan sehingga pertumbuhan dari jenis ini cenderung memiliki jarak pertumbuhan antara satu pohon dengan lainnya sehingga tidak memungkinkan ditumbuhi oleh individu pancang disekitarnya (Nurdiansah & Dharmawan, 2021; Pietersz & Pentury, 2023). Jenis mangrove tersebut juga memiliki karakteristik pohon yang besar dengan pertumbuhan daun pada setiap ranting yang juga jarang sehingga memungkinkan tutupan tajuk dari jenis ini memiliki kondisi yang jarang dan sedang. Berbeda halnya dengan jenis *R. apiculata* yang memiliki pertumbuhan antara satu individu dengan individu lainnya yang sangat rapat dan memiliki karakteristik ukuran daun yang besar dengan pertumbuhan daun pada setiap ranting yang lebat. Penilaian tutupan tajuk yang dilakukan terhadap tumbuhan yang memiliki karakteristik daun yang lebar dan kecil dapat memberikan hasil interpretasi yang berbeda juga (Twedt et al., 2015).

Hubungan antara nilai NDVI dengan persentase tutupan tajuk pada ekosistem mangrove di Negeri Passo menunjukkan bahwa, nilai hubungan kedua variabel tersebut memiliki nilai signifikansi <0,05 dengan koefisien korelasi (*r*) sebesar 0,949 (Gambar 7). Sehingga dapat dijelaskan bahwa kedua variabel tersebut memiliki hubungan korelasi yang sangat kuat dan tergolong dalam korelasi

**Tabel 4.** Kondisi Tutupan Tajuk dan Kehadiran Jenis Mangrove

Stasiun	Tutupan Tajuk (%)	Kriteria	Kehadiran Jenis
J1	41,43 ± 15,91	Jarang	SA
J2	47,88 ± 1,21	Jarang	SA
J3	38,44 ± 18,48	Jarang	SA; RA; AC
J4	43,60 ± 9,99	Jarang	SA; AC; BP; RA
J5	44,16 ± 15,08	Jarang	SA
S1	53,85 ± 7,97	Sedang	SA
S2	60,08 ± 4,36	Sedang	SA
S3	52,15 ± 14,02	Sedang	SA; RA
S4	61,81 ± 5,60	Sedang	SA
S5	54,67 ± 12,68	Sedang	SA; CS; RA; NF
P1	79,76 ± 5,08	Padat	RA; RM; SA
P2	82,06 ± 5,95	Padat	RA; SA
P3	84,29 ± 3,87	Padat	BP; RA; SA
P4	77,04 ± 3,50	Padat	RA; SA
P5	82,23 ± 3,53	Padat	RA; BP; CS; NF; SA
SP1	89,23 ± 2,26	Padat	RA; SA
SP2	90,01 ± 2,13	Padat	RA; SA
SP3	81,66 ± 7,46	Padat	RA; SA
SP4	87,17 ± 2,08	Padat	RA; CS; RM; BP; NF; SA
SP5	85,80 ± 2,95	Padat	SC; NF; SH; AA



**Gambar 7.** Grafik Korelasi NDVI dan Tutupan Tajuk (*Hemispherical Photography*)

searah. Hubungan korelasi tersebut sesuai juga dengan penelitian pada ekosistem mangrove Jerowaru Lombok Timur Nusa Tenggara Barat yang menggunakan citra sentinel-2A yang memiliki hubungan korelasi sangat kuat antara nilai NDVI dan tutupan tajuk mangrove (Umarhadi & Syarif, 2018). Hubungan korelasi yang sangat kuat antara kedua variabel tersebut juga dapat ditemukan pada kajian di ekosistem mangrove Pulau Sebatik Kalimantan Utara yang menggunakan citra Landsat 8 OLI dan Spot 6 (Hendrawan *et al.*, 2018). Kajian di ekosistem mangrove Pantai Mekar Kecamatan Muara Gembong Jawa Barat juga menunjukkan hubungan korelasi yang sangat kuat antara kedua variabel tersebut dengan menggunakan citra Sentinel-2A (Hanan *et al.*, 2020). Kemudian pada kajian di ekosistem mangrove Bolaang Mongondow Timur Sulawesi Utara yang menggunakan citra Landsat 8 OLI juga menunjukkan hubungan korelasi yang sangat kuat antara kedua variabel tersebut (Patty *et al.*, 2022).

Berdasarkan kajian-kajian tersebut maka dapat dikatakan bahwa, dalam menentukan tutupan kanopi mangrove di suatu area dapat dianalisis menggunakan perhitungan nilai NDVI atau dengan menggunakan perhitungan nilai persentase tutupan tajuk yang dianalisis dengan menggunakan metode *hemispherical photography* sederhana. Kedepannya kedua metode ini sangat baik digunakan secara bersamaan dalam mengestimasi tutupan kanopi mangrove di suatu area. Apabila melihat kembali bahwa hasil penilaian tutupan kanopi berdasarkan NDVI sangat dipengaruhi oleh efek atmosfer dan kemampuan sensor yang dimiliki dari setiap satelit, maka sebaiknya perlu dilakukan uji validasi terhadap hasil analisis NDVI tersebut yang dibandingkan dengan hasil analisis tutupan tajuk yang menggunakan metode *hemispherical photography* sederhana. Perpaduan kedua metode ini juga dapat memberikan hasil yang akurat terhadap penyebab yang membuat tutupan kanopi suatu area tergolong jarang, sehingga dapat membantu dalam menentukan strategi pengelolaan mangrove yang lebih baik dan tepat. Sehingga dapat dikatakan bahwa, berdasarkan hasil uji korelasi tersebut maka hasil interpretasi kondisi tutupan mangrove berdasarkan indeks NDVI pada ekosistem mangrove Negeri Passo sangat layak digunakan sebagai dasar pengelolaan mangrove di Teluk Ambon Dalam.

## KESIMPULAN

Ekosistem mangrove Negeri Passo memiliki luas sebesar 21,66 ha dengan jenis mangrove yang mendominasi pada setiap petak pengamatan yaitu *S. alba* dan *R. apiculata*. 62,70% luasan mangrove memiliki Kondisi tutupan kanopi berdasarkan nilai NDVI tergolong sangat padat dan 50%

stasiun pengamatan memiliki kondisi tutupan kanopi berdasarkan nilai persentase tutupan tajuk masih tergolong padat. Hubungan korelasi antara nilai NDVI dan nilai persentase tutupan tajuk mangrove memiliki hubungan korelasi searah dan memiliki hubungan yang sangat kuat dengan koefisien korelasi  $r$  sebesar 0,949.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adinegoro, R.D.S., Putra, I.D.N.N., & Putra, I.N.G. (2023). Pemetaan Perubahan Luasan Mangrove Menggunakan Citra Sentinel-2A Pasca Kematian Massal Mangrove di Denpasar-Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 8(1), p.66. doi:10.24843/jmas.2022.v08.i01.p08
- Ahmad, A., & Quegan, S. (2012). Analysis of Maximum Likelihood Classification on Multispectral Data. *Applied Mathematical Sciences*, 6(129), 6425–6436.
- Alimudi, S., Ohiwal, M., Ainun, N.P., Kaliky, B., Nurlette, H., & Wahidin, L.O. (2023). Deteksi Perubahan Luasan Mangrove Teluk Ambon dalam Menggunakan Citra Satelit Multitemporal. *Jurnal Laot Ilmu Kelautan*, 5(2), 193–203. doi:10.35308/jlik.v5i2.8436
- Ananda, R., & Fadhli, M. (2018). *Statistik Pendidikan Teori dan Praktik Dalam Pendidikan* (S. Saleh, Ed.; 1st ed., Vol. 1). CV. Widya Puspita.
- Belgiu, M., & Csillik, O. (2018). Sentinel-2 cropland mapping using pixel-based and object-based time-weighted dynamic time warping analysis. *Remote Sensing of Environment*, 204, 509–523. doi:10.1016/j.rse.2017.10.005
- Dharmawan, I. W. E. (2020). *Hemispherical Photography Analisis Persentase Tutupan Kanopi Komunitas Mangrove*. Nas Media Pustaka. <https://www.researchgate.net/publication/350671870>
- Dharmawan, I.W.E., Suryarso, Ulumuddin, Y.I., Prayudha, B., & Pramudji. (2020). *Panduan Monitoring Struktur Komunitas Mangrove di Indonesia* (1st ed.). PT Media Sains Nasional.
- Hanan, A.F., Pratikto, I., & Soenardjo, N. (2020). Analisa Distribusi Spasial Vegetasi Mangrove di Desa Pantai Mekar Kecamatan Muara Gembong. *Journal of Marine Research*, 9(3), 271–280. doi:10.14710/jmr.v9i3.27573
- Hendrawan, Gaol, J.L., & Susilo, S.B. (2018). Studi Kerapatan dan Perubahan Tutupan Mangrove Menggunakan Citra Satelit di Pulau Sebatik Kalimantan Utara. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(1), 99–109. doi:10.29244/jitkt.v10i1.18595
- Huang, S., Tang, L., Hupy, J. P., Wang, Y., & Shao, G. (2021). A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. *Journal of Forestry Research*, 32(1), 1–6. doi:10.1007/s11676-020-01155-1
- Jennings, S. B., Brown, N. D., & Sheil, D. (1999). Assessing forest canopies and understorey illumination: Canopy closure, canopy cover and other measures. *Forestry*, 72(1), 59–73. doi:10.1093/forestry/72.1.59
- Kaimuddin, M.I., Kusmana, C., & Setiawan, Y. (2023). Vegetation structure, biomass, and carbon of Mangrove Forests in Ambon Bay, Maluku, Indonesia. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 13(4), 710–722. doi:10.29244/jpsl.13.4.710-722
- Karminarsih, E. (2007). Pemanfaatan Ekosistem Mangrove bagi Minimasi Dampak Bencana di Wilayah Pesisir. *Jurnal Manajemen Hutan Tropik*, 13(3), 182–187.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 201 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku Dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove, Republik Indonesia.
- Madiama, S., Muryani, C., & Santoso, S. (2016). Kajian Perubahan Luas Dan Pemanfaatan Serta Persepsi Masyarakat Terhadap Pelestarian Hutan Mangrove Di Kecamatan Teluk Ambon Baguala. *Jurnal GeoEco*, 2(2), 170–183.
- Miranda, E., Mutiara, A. B., Ernastuti, & Wibowo, W.C. (2018). Classification of Land Cover from Sentinel-2 Imagery Using Supervised Classification Technique (Preliminary Study). *Proceedings of 2018 International Conference on Information Management and Technology, ICIMTech*, 69–74. doi:10.1109/ICIMTech.2018.8528122
- Nurdiansah, D., & Dharmawan, I.W.E. (2021). Struktur Dan Kondisi Kesehatan Komunitas Mangrove Di Pulau Middleburg-Miossu, Papua Barat. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(1), 81–96. doi:10.29244/jitkt.v13i1.34484

- Patty, S.I., Nurdiansah, D., Rizqi, M. P., & Huwae, R. (2022). Analisis Sebaran dan Kerapatan Vegetasi Mangrove Menggunakan Citra Landsat 8 di Bolaang Mongondow Timur, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 10(2), 251–260. doi:10.35800/jip.v10i2.40841
- Pentury, R., Pietersz, J.H., Tuapattinaja, M.A., Pello, F.S., Huliselan, N.V, Hulopi, M., & Ch Tupan, I. (2020). Potensi Komunitas Mangrove Pantai Tial Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Triton*, 16(2), 1–8. doi:10.30598/TRITONvol16issue2page1-8
- Pietersz, J.H., & Pentury, R. (2023). Mangrove Distribution and Estimation of Canopy Closure Condition: Employing the Simple Hemispherical Photography Method within the Mangrove Community of Waiheru Village. *Jurnal Harpodon Borneo*, 16(1), 45–57. doi:10.35334/harpodon.v16i1.3517
- Purnama, M., Pribadi, R., & Soenardjo, N. (2020). Analisa Tutupan Kanopi Mangrove Dengan Metode Hemispherical Photography di Desa Betahwalang, Kabupaten Demak. *Journal of Marine Research*, 9(3), 317–325. doi:10.14710/jmr.v9i3.27577
- Puttileihalat, M.M.S., Tuhumury, & Hitipeuw, J.C. (2020). Keanekaragaman Jenis Satwa Burung di Areal Mangrove Desa Passo Kecamatan Teluk Ambon Baguala Kota Ambon. *MAKILA: Jurnal Penelitian Kehutanan*, 14(2), 126–134. doi: 10.30598/makila.v14i2. 2892
- Rihulay, T.D., & Papilaya, F.S. (2022). Analisa Perubahan Luas Tutupan Lahan Mangrove di Teluk Ambon Dalam Menggunakan OBIA. *Journal of Information System, Graphics, Hospitality and Technology*, 4(01), 7–12. doi:10.37823/insight.v4i01.183
- Safitri, F., Adrianto, L., & Nurjaya, I.W. (2023). Pemetaan Kerapatan Ekosistem Mangrove Menggunakan Analisis Normalized Difference Vegetation Index di Pesisir Kota Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(2), 399-406. doi:10.14710/jkt.v26i2.18173
- Samuels, P., & Gilchrist, M. (2014). Pearson Correlation. *Affiliation: Birmingham City University*.
- Schober, P., & Schwarte, L.A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia and Analgesia*, 126(5), 1763–1768. doi:10.1213/ANE.0000000000002864
- Siahainenia, L., & Makatita, M. (2020). Aspek Bioekologi Sebagai Dasar Pengelolaan Sumberdaya Kepiting Bakau (*Scylla spp.*) Pada Ekosistem Mangrove Passo. *Triton: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 16(1), 8–18. doi:10.30598/tritonvol16issue1page8-18
- Simamora, F.B.M., Sasmito, B., & Hani'ah. (2015). Kajian Metode Segmentasi Untuk Identifikasi Tutupan Lahan Dan Luas Bidang Tanah Menggunakan Citra Pada Google Earth (Studi Kasus: Kecamatan Tembalang, Semarang). *Jurnal Geodesi Undip*, 4(4), 43–51.
- Sugiyono. (2013). Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D (19th ed.). ALFABETA.
- Supriharyono. (2017). Konservasi Ekosistem Sumber Daya Hayati di Wilayah Pesisir dan Laut Tropis (1st ed., Vol. 1). Pustaka Pelajar.
- Tarumasely, F.T., Soselisa, F., & Tuhumury, A. (2022). Habitat Dan Populasi Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) Pada Hutan Mangrove Di Kecamatan Teluk Ambon Baguala. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 6(2), 177–182. doi:10.30598.jhppk.2022.6.2.177
- Tucker, C. J. (1979). Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8, 127–150.
- Twedt, D.J., Ayala, A.J., & Shickel, M.R. (2015). Leaf-on canopy closure in broadleaf deciduous forests predicted during winter. *Forest Science*, 61(5), 926–931. doi:10.5849/forsci.14-196
- Umarhadi, D.A., & Syarif, M.A. (2018). Regression model accuracy comparison on mangrove canopy density mapping. *Proceeding of the 3rd International Conference on Science and Technology*, 1, 1–11. doi:10.29037/digitalpress.11249
- Valdivieso-Ros, C., Alonso-Sarria, F., & Gomariz-Castillo, F. (2021). Effect of Different Atmospheric Correction Algorithms on Sentinel-2 Imagery Classification Accuracy in a Semiarid Mediterranean Area. *Remote Sensing*, 13(9), 1–23. doi:10.3390/rs13091770
- Wakano, D., & Ukaratalo, A. M. (2022). Pola Zonasi Mangrove di Desa Passo Teluk Ambon Bagian Dalam Kecamatan Baguala Kota Ambon. *Biofaal Journal*, 3(1), 1–11. doi:10.30598/biofaal.v3i1pp1-11