

## Analisis Hasil Identifikasi Persebaran Mangrove Berdasarkan Algoritma *Normalized Difference Vegetation Index* dan *Mangrove Vegetation Index* Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2 (Studi Kasus: Taman Nasional Alas Purwo)

*Analysis of Mangrove Distribution Identification's Results Based on Normalized Difference Vegetation Index and Mangrove Vegetation Index Algorithms Using Sentinel-2 Imagery (Case Study: Alas Purwo National Park)*

Teguh Hariyanto\*, Cherie Bhikti Pribadi, Inas Safitri Atsilah

Departemen Teknik Geomatika, FTSLK-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

\*Korespondensi penulis: teguh\_hr@geodesy.its.ac.id

Diterima: 29072022; Diperbaiki: 03022023; Disetujui: 16022023; Dipublikasi: 28022023

**Abstrak:** Penginderaan jauh merupakan teknologi yang umum digunakan dalam pengamatan dan pemetaan area mangrove dengan cepat. Dalam pemrosesannya, *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) adalah algoritma yang sering digunakan di Indonesia dan bekerja dengan mengidentifikasi indeks densitas kanopi vegetasi. Mangrove memiliki kenampakan kanopi yang unik sehingga dapat diidentifikasi menggunakan NDVI, namun vegetasi lain dengan kanopi rapat dapat memiliki nilai indeks NDVI yang sama dengan mangrove. Sehingga akan menimbulkan kesalahan identifikasi dan terjadinya penurunan kualitas hasil penelitian. Hingga pada tahun 2020, terdapat algoritma baru khusus mangrove dengan nama *Mangrove Vegetation Index* (MVI). MVI merupakan algoritma yang memiliki karakteristik yang berbeda untuk jenis hutan mangrove *riverine* dan *fringe*. Indonesia memiliki area mangrove mencakup kedua jenis hutan mangrove tersebut, yaitu pada area mangrove di Kawasan Taman Nasional Alas Purwo. Oleh karena itu, dilakukanlah penelitian ini dengan lokasi studi berada di Taman Nasional Alas Purwo. Dengan menggunakan data citra satelit Sentinel-2 Level 2A, penelitian dilakukan untuk membandingkan hasil dari algoritma NDVI dan MVI terhadap data tersebut. Cakupan area mangrove diketahui dengan melakukan klasifikasi terbimbing metode CART yang menghasilkan data raster hasil klasifikasi area mangrove dengan nilai akurasi mencapai 96,10%, dengan luas area mangrove teridentifikasi mencapai 1583,914 Ha. Transformasi algoritma NDVI dan MVI dilakukan pada hasil klasifikasi, sehingga diperoleh nilai luasan mangrove teridentifikasi dari algoritma NDVI sebesar 1684,370 Ha dan sebesar 1501,808 Ha dari algoritma MVI. Kemudian dilakukan uji validasi dengan metode *overlay* dari hasil transformasi tersebut yang menunjukkan kesesuaian dalam penggunaan algoritma NDVI sebesar 32,1% pada bagian utara AOI, dan 21,3% untuk bagian selatan. Sedangkan, pada penggunaan algoritma MVI menunjukkan kesesuaian dalam kategori sesuai mencapai 40,9% untuk bagian utara, dan 15,5% untuk bagian selatan AOI.

Copyright © 2023 Geoid. All rights reserved.

**Abstract:** Remote sensing is a technology that is commonly used in observing and mapping mangrove area rapidly. In the processing, *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) is an algorithm that commonly used in Indonesia and works by identifying density of vegetation canopy. Mangrove has unique canopy that could be identified by NDVI, but other vegetation with dense and denser canopy could have same NDVI index value with mangrove. It could lead to errors and degradation in the quality of research results. In 2020, there is new mangrove-focused algorithm, called *Mangrove Vegetation Index* (MVI). MVI has characteristic to identify and discriminate mangrove forest types, like *riverine* and *fringe* type. Indonesia also has mangrove area that include both type of mangrove forest, and it is on Alas Purwo National Park. These are reasons and objectives to do this research on Alas Purwo National Park. Using Sentinel-2 Level 2A imagery, this research is about comparing NDVI and MVI mangrove identification's results that is processed on the imagery. Mangrove boundaries are discovered by conducting supervised classification using CART method, which produced raster data of mangrove classification with accuracy of 96.10% and the area of identified mangrove reached 1583.914 Ha. NDVI and MVI algorithm transformations are performed on the classified image, resulting total identified mangrove area value from NDVI algorithm is 1684.370 Ha, and from MVI algorithm reached 1501.808 Ha in total. Also, validation test was performed using overlay method on the transformation results, showing the suitability of using NDVI algorithm is 32.1% for the north region of AOI, and 21.3% for the south region. Meanwhile, the suitability of MVI algorithm reached 40.9% for the north region, and 15.5% for the south region of AOI.

Kata kunci: Mangrove; *Mangrove Vegetation Index*; *Normalized Difference Index*; Taman Nasional Alas Purwo

---

Cara untuk sitasi: Atsilah, I. S., Hariyanto, T., & Pribadi, C. B. (2023). Analisis Hasil Identifikasi Persebaran Mangrove Berdasarkan Algoritma *Normalized Difference Vegetation Index* dan *Mangrove Vegetation Index* Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2 (Studi Kasus: Taman Nasional Alas Purwo). *Geoid*, 18(2), 285-292

---

## Pendahuluan

Mangrove merupakan vegetasi air yang tumbuh di area pesisir dan memberikan banyak manfaat bagi lingkungan. Mangrove merupakan vegetasi yang cukup tangguh karena memiliki stabilitas adaptasi ekologis yang tinggi. Namun, mangrove sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan hidrologisnya, seperti perubahan kualitas air. Sehingga perubahan pada ekosistem mangrove dapat menjadi indikator adanya perubahan pada lingkungan (Kuenzer, C., et al, 2011). Menurut *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) (2020), Indonesia memiliki hutan mangrove terluas di dunia, dengan luas per 2020 mencapai 5.331.000 Ha. Nilai tersebut menunjukkan 19% populasi mangrove seluruh dunia Namun, dalam 30 tahun terakhir (1990-2020), penurunan populasi mangrove Indonesia terus terjadi dan semakin besar jumlahnya. Maka dari itu, pemetaan dan monitoring hutan mangrove sangat perlu dilakukan untuk menjaga keseimbangan ekosistem pesisir dan mengurangi dampak terjadinya perubahan iklim, seperti dalam poin ke-13 *Sustainable Development Goals* (SDGs).

Pemetaan dan monitoring mangrove umumnya dilakukan dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh dan memanfaatkan algoritma *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Namun, algoritma tersebut sering kali menunjukkan nilai indeks yang sama antara vegetasi mangrove dengan vegetasi lebat lainnya. Terutama jika pemetaan dilakukan tanpa adanya tambahan data sampel lapangan. Hal ini disebabkan oleh cara kerja algoritma NDVI yang mengidentifikasi kerapatan vegetasi berdasarkan kenampakan kanopinya. Pada tahun 2020, Baloloy, A. B., memperkenalkan algoritma indeks mangrove yang lebih sederhana dengan nama *Mangrove Vegetation Index* (MVI) yang memiliki fokus utama untuk membedakan mangrove dengan non-mangrove, seperti tanah, air, dan vegetasi lain, secara presisi, tanpa memerlukan teknik klasifikasi yang rumit, membutuhkan waktu yang lama, dan memerlukan keahlian khusus (Baloloy, et al., 2020).

Terkait pemetaan dan pemantauan area mangrove di Indonesia, metode analisis yang banyak dan masih digunakan hingga sekarang adalah algoritma NDVI. Namun, dengan adanya algoritma baru, MVI, perlu untuk dilakukannya penelitian mengenai kesesuaian algoritma tersebut di Indonesia. Pada penelitiannya algoritma MVI dikatakan menunjukkan karakteristik yang berbeda pada jenis hutan mangrove *riverine* (tumbuh di sepanjang sungai) dan hutan mangrove *fringe* (tumbuh di area pesisir) (Baloloy, et al., 2020). Area mangrove Taman Nasional Alas Purwo, Banyuwangi, Jawa Timur, merupakan kawasan mangrove di Indonesia yang memiliki kedua jenis hutan tersebut. Oleh karena itu, dilakukanlah penelitian ini untuk menganalisis hasil identifikasi persebaran mangrove berdasarkan algoritma NDVI dan MVI menggunakan citra satelit Sentinel-2, dengan tujuan mengetahui kesesuaian penggunaan algoritma tersebut pada lokasi studi, yaitu Taman Nasional Alas Purwo.

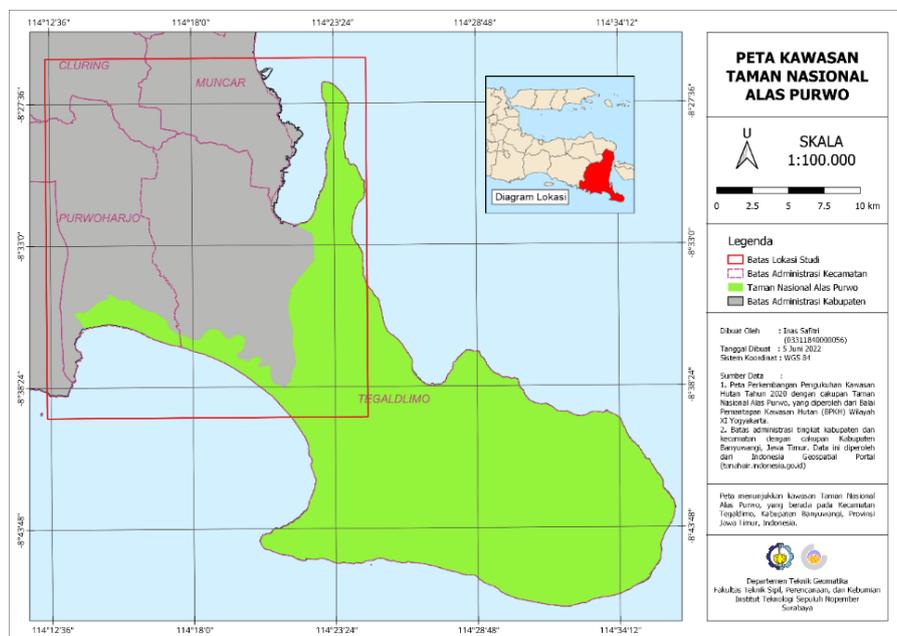
## Data dan Metode

Data yang diperlukan dalam melakukan penelitian ini antara lain adalah data citra satelit Sentinel-2 Level 2A dari AOI lokasi studi yang diakuisisi pada tahun 2020 dan 2021 (dapat dilihat secara lebih lengkap pada Tabel 1) yang kemudian dilakukan proses *mosaic* untuk mendapatkan sebuah citra baru dengan tutupan awan minimum, dan Peta Penutupan Lahan tahun 2020 dengan cakupan Taman Nasional Alas Purwo dalam format *shapefile* (.shp) yang diperoleh dari Balai Pemantapan Kawasan Hutan (BPKH) Wilayah XI Yogyakarta. Sedangkan peralatan yang digunakan meliputi perangkat lunak peramban untuk menjalankan *platform online Google Earth Engine* (GEE), perangkat lunak QGIS 3.22.7, perangkat lunak ArcGIS 10.3, dan seperangkat laptop.

Tabel 1. Identitas data citra Sentinel-2 yang digunakan

Id	Cloud Coverage (%)
S2B_MSIL2A_20200116T023029_N0213_R046_T49LHL_20200116T061553	11,398
S2B_MSIL2A_20211216T023109_N0301_R046_T49LHL_20211216T044908	12,399

Penelitian ini dilakukan di hutan mangrove yang berada dalam kawasan Taman Nasional Alas Purwo. Kawasan Taman Nasional Alas Purwo secara geografi terletak di ujung timur Pulau Jawa dengan koordinat  $8^{\circ}26'47.24''$  -  $8^{\circ}46'49.60''$  LS dan  $114^{\circ}13'28.65''$  -  $114^{\circ}36'18.57''$  BT (Balai Taman Nasional Alas Purwo, 2017). Area hutan mangrove yang menjadi lokasi penelitian berada di sebelah barat dan utara area Taman Nasional Alas Purwo. Hutan mangrove di Taman Nasional Alas Purwo dibagi dalam beberapa area manajemen, yaitu Area I (Taman Nasional Tegaldimo, di sekitar sungai Segara Anakan) dengan luas sekitar 866 Ha, dan Area II (Seksi Manajemen Taman Nasional Region II – Muncar, di sekitar Teluk Papango) dengan luas sekitar 198 Ha (Utomo, DP, et al., 2021).



Gambar 1. Lokasi penelitian

Penelitian dimulai dengan melakukan tahap klasifikasi data citra yang bertujuan untuk memperoleh estimasi area persebaran mangrove. Klasifikasi dilakukan dengan menggunakan *platform Google Earth Engine*. Jenis klasifikasi yang digunakan adalah klasifikasi terbimbing berbasis obyek metode *Classification and Regression Trees (CART)*, dimana perlu dilakukan pengambilan sampel. Untuk mempermudah dalam pengambilan sampel, data citra dipotong terhadap AOI dan ditampilkan dalam kanal komposit *False Color (564)* dan algoritma MVI. Pengambilan sampel dikelompokkan dalam 3 kelas, yaitu badan air, mangrove, dan tutupan lahan non-mangrove, dengan jumlah sampel yang diambil berjumlah minimal 50 poligon untuk setiap kelasnya. Kemudian, hasil klasifikasi dilakukan uji akurasi dengan menggunakan data area mangrove dari Peta Penutupan Lahan tahun 2020, dengan cakupan Taman Nasional Alas Purwo, secara *overall* dan statistik Kappa untuk *confusion matrix*. Berdasarkan Perka BIG no. 15 tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar, hasil klasifikasi harus memiliki akurasi keseluruhan (*overall*)  $\geq 85\%$  untuk dapat dikatakan sebagai hasil klasifikasi yang baik. Hasil klasifikasi yang berbentuk raster ini kemudian harus diekspor dan diubah menjadi format vektor (*shapefile*), untuk mendapatkan data vektor area persebaran mangrove.

Kemudian data citra Sentinel-2 dilakukan pemotongan terhadap data vektor area mangrove hasil tahap klasifikasi. Data citra terpotong tersebut kemudian dilakukan transformasi terhadap algoritma NDVI dan MVI dengan batasan nilai indeks. Batasan nilai indeks ini disesuaikan dengan *range* nilai indeks untuk vegetasi mangrove berdasarkan masing-masing algoritma yang digunakan. Dimana untuk algoritma NDVI mengacu pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Arindi pada tahun 2018, dan untuk algoritma MVI didasarkan pada penelitian oleh Prayudha pada tahun 2021. Berikut merupakan persamaan dan batasan nilai indeks yang digunakan dari algoritma NDVI dan MVI.

Tabel 2. Algoritma yang digunakan

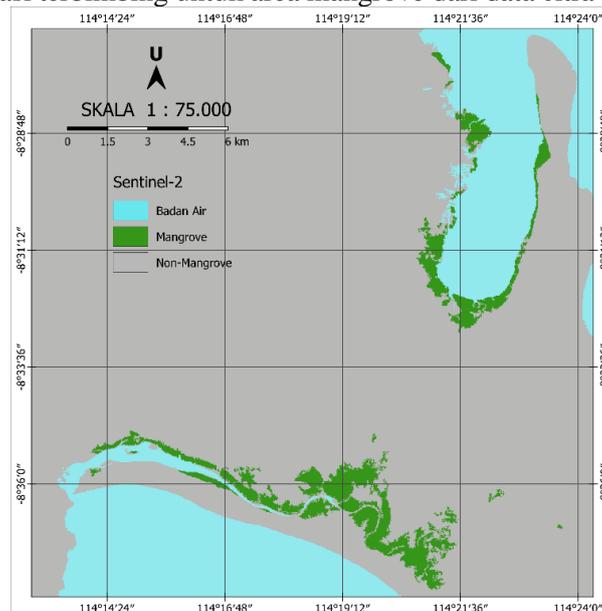
Algoritma	Persamaan	Nilai Indeks
NDVI	$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$	0,00 – 1,00
MVI	$MVI = \frac{(NIR - Green)}{(SWIR1 - Green)}$	3,47 – 16,95

## Hasil dan Pembahasan

### 1. Klasifikasi Area Mangrove

Proses klasifikasi dilakukan terhadap data citra Sentinel-2 yang telah dilakukan proses *mosaic*. Dimana proses klasifikasi yang dilakukan adalah klasifikasi terbimbing metode CART dengan menggunakan *platform online* GEE. Hasil yang diperoleh dari proses ini adalah sebuah data area mangrove dari lokasi studi dengan format data raster. Data hasil tersebut memiliki 2 (dua) nilai persentase yang menunjukkan kualitas data yang dihasilkan, yaitu berupa nilai akurasi keseluruhan dan nilai Kappa. Kemudian data raster ini diekspor dan diubah format datanya menjadi data vektor.

Berikut hasil proses klasifikasi terbimbing untuk area mangrove dari data citra yang digunakan,

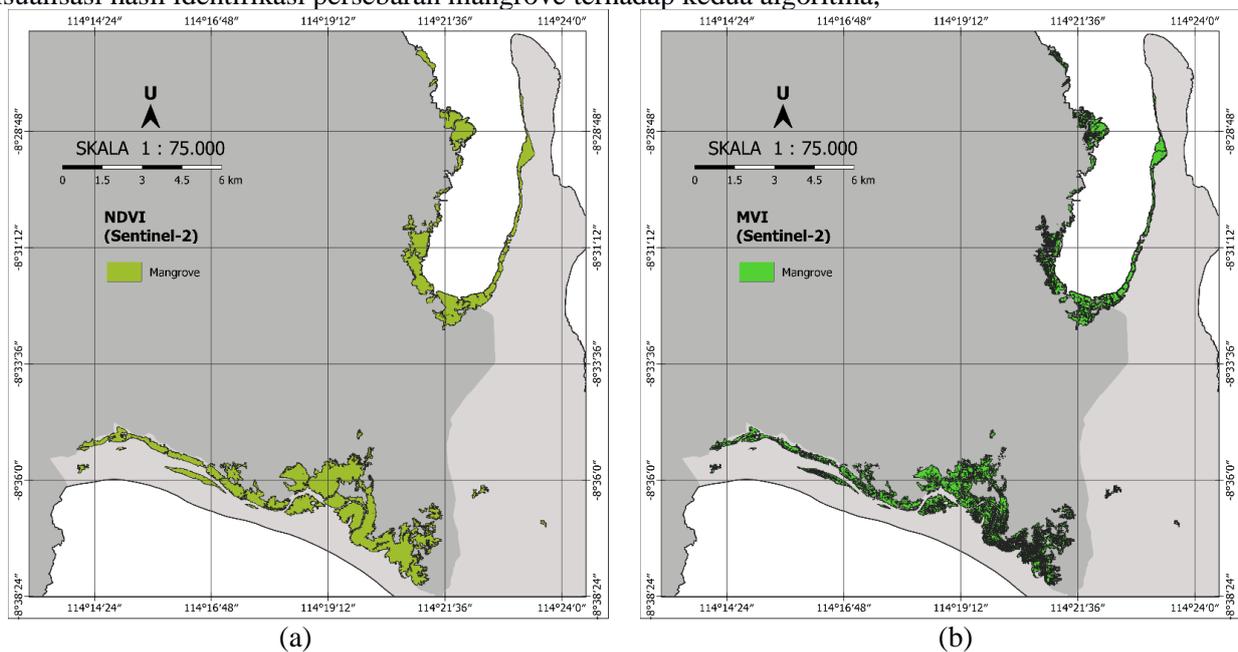


Gambar 2. Hasil klasifikasi area mangrove

Hasil klasifikasi area mangrove atau yang ditunjukkan pada gambar 2, memiliki nilai akurasi mencapai 96,10% dan nilai Kappa mencapai 90,57%. Kemudian, dilakukan penghalusan hasil data raster (*sieving*) dan perubahan format data menjadi data vektor dengan menggunakan *software* QGIS. Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan cakupan area untuk nantinya digunakan untuk *subsetting* atau pemotongan data citra sebelum dilakukan transformasi algoritma. Dari hasil data yang telah berubah format data ini diketahui bahwa area mangrove yang berhasil teridentifikasi mencapai luas 1583,914 Ha.

## 2. Identifikasi Persebaran Mangrove

Area mangrove yang diperoleh dari proses klasifikasi dan telah menjadi data vektor kemudian dilakukan *subsetting* terhadap data citra. Dimana data citra terpotong ini kemudian dilakukan transformasi terhadap algoritma NDVI dan MVI dengan batasan nilai indeks seperti yang disebutkan dalam tabel 2. Berikut visualisasi hasil identifikasi persebaran mangrove terhadap kedua algoritma,



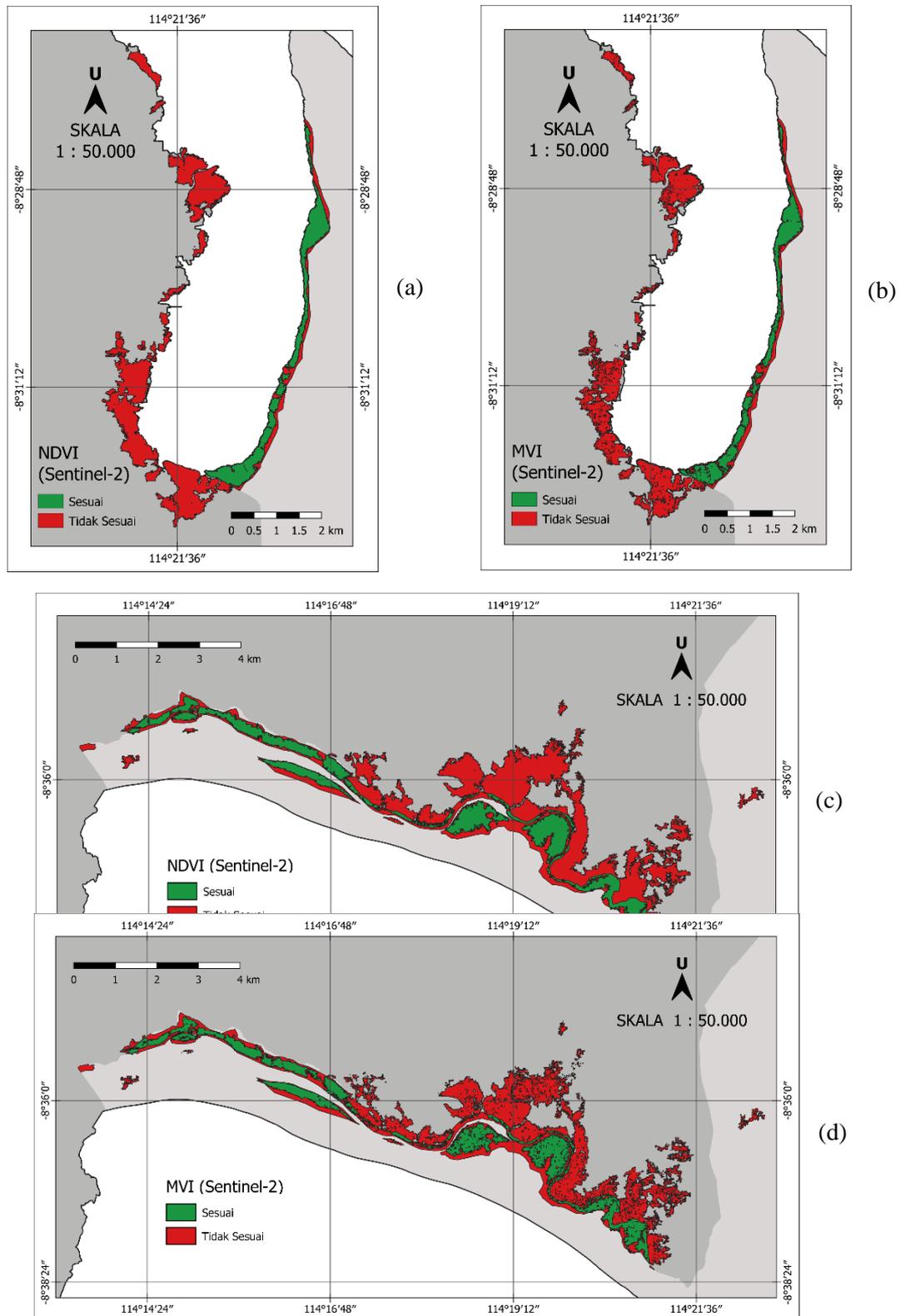
Gambar 3. Hasil identifikasi persebaran mangrove menggunakan algoritma (a) NDVI dan (b) MVI

Dari hasil identifikasi persebaran mangrove dari kedua algoritma yang ditunjukkan pada gambar 3, kemudian dilakukan perhitungan luas dari masing-masing hasil. Dimana diperoleh nilai luas area mangrove teridentifikasi menggunakan algoritma NDVI sebesar 1684,370 Ha. Dan hasil identifikasi menggunakan algoritma MVI menunjukkan area mangrove yang teridentifikasi seluas 1501,808 Ha. Atau secara sederhana hasil perhitungan luas tersebut ditampilkan dalam tabel 3 berikut,

Tabel 3. Luas area mangrove teridentifikasi menggunakan kedua algoritma

Algoritma	Luas Area Mangrove Teridentifikasi (Ha)
NDVI	1684,370
MVI	1501,808

### 3. Overlay Kesesuaian Hasil Identifikasi



Gambar 4. Hasil *overlay* kesesuaian hasil identifikasi persebaran mangrove menggunakan algoritma (a) NDVI bagian utara, (b) MVI bagian utara, (c) NDVI bagian selatan, dan (d) MVI bagian selatan.

Hasil transformasi algoritma NDVI dan MVI dilakukan *overlay* dengan data area mangrove berformat *shapefile* dari Peta Penutupan Lahan tahun 2020. Tahap ini bertujuan untuk melakukan validasi hasil identifikasi persebaran mangrove dari kedua algoritma. Gambar 4 menunjukkan hasil *overlay* kesesuaian hasil identifikasi persebaran mangrove dari kedua algoritma,

Dari hasil *overlay* tersebut, diperoleh nilai kesesuaian identifikasi persebaran mangrove menggunakan algoritma NDVI bagian utara AOI sebesar 32,1% dalam kategori sesuai dan 67,9% dalam kategori tidak sesuai, serta pada bagian selatan AOI mencapai persentase 21,3% untuk kategori sesuai dan 78,7% untuk kategori tidak sesuai. Kemudian untuk kesesuaian hasil identifikasi menggunakan algoritma MVI pada bagian utara AOI diperoleh persentase sebesar 40,9% untuk kategori sesuai dan 59,1% untuk kategori tidak sesuai, serta pada hasil bagian selatan menunjukkan persentase 15,5% dalam kategori sesuai dan 84,5% dalam kategori tidak sesuai. Secara sederhana hasil perhitungan persentase kesesuaian ditampilkan dalam tabel 4 berikut.

Tabel 4. Persentase kesesuaian hasil identifikasi persebaran mangrove

Kesesuaian	NDVI		MVI	
	Utara	Selatan	Utara	Selatan
Sesuai	32,1%	21,3%	40,9%	15,5%
Tidak	67,9%	78,7%	59,1%	84,5%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

## Kesimpulan

Tahap awal penelitian adalah melakukan klasifikasi terbimbing pada data citra yang digunakan. Proses klasifikasi ini menghasilkan data area mangrove dalam format raster dengan akurasi mencapai 96,10%, nilai Kappa sebesar 90,57%, dan luas area mangrove teridentifikasi mencapai 1583,914 Ha. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan transformasi algoritma NDVI dan MVI pada hasil klasifikasi. Dari proses tersebut diperoleh nilai luasan mangrove teridentifikasi dari algoritma NDVI dengan luas mencapai 1684,370 Ha dan mencapai 1501,808 Ha dari algoritma MVI. Uji validasi dengan metode *overlay* kemudian dilakukan terhadap hasil transformasi tersebut dan menunjukkan kesesuaian dalam kategori “sesuai” dalam penggunaan algoritma NDVI sebesar 32,1% pada bagian utara AOI, dan 21,3% untuk bagian selatan AOI. Dan pada penggunaan algoritma MVI menunjukkan kesesuaian dalam kategori “sesuai” mencapai 40,9% untuk bagian utara AOI, dan 15,5% untuk bagian selatan AOI. Dari hasil identifikasi tersebut menunjukkan bahwa hasil penggunaan algoritma NDVI mengidentifikasi area mangrove dengan lebih luas daripada hasil identifikasi menggunakan algoritma MVI. Namun perhitungan persentase kesesuaian menunjukkan kualitas identifikasi menggunakan algoritma MVI lebih baik dibandingkan NDVI. Hal tersebut berhasil membuktikan bahwa algoritma MVI adalah algoritma yang memiliki fokus utama mengidentifikasi mangrove serta membedakannya dengan vegetasi lebat lainnya.

## Ucapan Terimakasih

Terima kasih penulis sampaikan kepada pihak Balai Pemantapan Kawasan Hutan (BPKH) Wilayah XI Yogyakarta, yang telah menyediakan data sekunder berupa Peta Penutup Lahan area TN Alas Purwo tahun 2020. Sehingga dapat memperlancar penulis dalam melakukan penelitiannya.

## Daftar Pustaka

- Arindi, Y. N. (2018). *Analisis Perubahan Kerapatan Ekosistem Mangrove Menggunakan Algoritma Indeks Vegetasi NDVI dan SAVI Citra Satelit Multitemporal (Studi Kasus: Pesisir Utara Surabaya)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Balai Taman Nasional Alas Purwo. (2017). *Profil Taman Nasional Alas Purwo*. Retrieved February 2022, from Taman Nasional Alas Purwo: <https://tnalaspurwo.org/taman-nasional-alas-purwo>
- Baloloy, A. B., Blanco, A. C., Ana, R. R., & Nadaoka, K. (2020, August). Development and application of a new mangrove vegetation index (MVI) for rapid and accurate mangrove mapping. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 166, 95-117. doi:10.1016/j.isprsjprs.2020.06.001
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2020). *Global Forest Resources Assessment 2020: Main Report*. Rome: FAO. doi:10.4060/ca9825en
- Kuenzer, C., Bluemel, A., Gebhardt, S., Quoc, T. V., & Dech, S. (2011). Remote Sensing of Mangrove Ecosystems: A Review. *Remote Sensing*, 3, 879-928. doi:10.3390/rs3050878
- Prayudha, B., Siregar, V., Ulumuddin, Y. I., Suyadi, Prasetyo, L. B., Agus, S. B., . . . Anggraini, K. (2021). The application of Landsat imageries and mangrove vegetation index for monitoring mangrove community in Segara Anakan Lagoon, Cilacap, Central Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 944, 1-11.
- Utomo, D. P., Handayani, T., Susiloningtyas, D., & Mansessa, M. D. (2021). The spatial dynamics of mangrove forest in the Alas Purwo Banyuwangi National Park marine tourism area using remote sensing images. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 771(1), 1-14. doi:10.1088/1755-1315/771/1/012012



This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).