

Pemanfaatan Citra Sentinel-2A untuk Analisis Kerapatan Vegetasi Menggunakan Metode MSARVI di Desa Cigugurgirang, Kec. Parongpong, Kabupaten Bandung Barat

Utilization of Sentinel-2A Imagery to Analyze Vegetation Density Using the MSARVI Method in Cigugurgirang Village, Parongpong Sub-district, West Bandung Regency

Arrafi Malika Ardy^{1*}, Amelia Rosmayanti¹, Riki Ridwana¹, Lili Somantri¹

¹Program Studi Sains Informasi Geografi, Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, Universitas Pendidikan Indonesia

Jl. Dr. Setiabudi No.229, Bandung, Jawa Barat 40154, Indonesia

*Corresponding author: arrafiardy0@upi.edu

ABSTRAK

DOI:
[10.30595/jrst.v9i2.23470](https://doi.org/10.30595/jrst.v9i2.23470)

Histori Artikel:

Diajukan:
07/08/2024

Diterima:
28/05/2025

Diterbitkan:
08/09/2025

Pemantauan vegetasi berbasis indeks vegetasi banyak digunakan dalam analisis citra satelit untuk memahami distribusi dan kerapatan vegetasi. Namun, keakuratannya sering dipengaruhi oleh gangguan atmosfer dan latar belakang tanah. MSARVI (*Modified Soil and Atmospheric Resistance Vegetation Index*) dikembangkan untuk mengatasi kendala ini, tetapi kajiannya masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerapatan vegetasi serta akurasi indeks MSARVI menggunakan citra Sentinel-2A di Desa Cigugurgirang. Metode yang digunakan mencakup pengolahan citra Sentinel-2A dengan perhitungan nilai MSARVI, klasifikasi tingkat kerapatan vegetasi, dan validasi menggunakan data referensi lapangan. MSARVI dihitung dengan mengintegrasikan koreksi atmosfer dan latar belakang tanah guna meningkatkan akurasi deteksi vegetasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Desa Cigugurgirang didominasi oleh vegetasi dengan kerapatan tinggi seluas 147,71 ha. Uji akurasi menghasilkan overall accuracy sebesar 87,50% dan kappa akurasi 83,34%, yang menunjukkan tingkat kepercayaan tinggi. Hasil ini menegaskan bahwa MSARVI dapat digunakan secara efektif untuk pemetaan kerapatan vegetasi dengan akurasi yang baik.

Kata Kunci: Kerapatan Vegetasi; MSARVI; Sentinel-2; Penginderaan Jauh; Akurasi Kappa

ABSTRACT

Vegetation monitoring using vegetation indices is widely applied in satellite image analysis to understand vegetation distribution and density. However, its accuracy is often affected by atmospheric disturbances and soil background noise. MSARVI (Modified Soil and Atmospheric Resistance Vegetation Index) was developed to address these issues, yet its application remains limited. This study aims to analyze vegetation density and evaluate the accuracy of the MSARVI index using Sentinel-2A imagery in Cigugurgirang Village. The methodology includes processing Sentinel-2A imagery to calculate MSARVI values, classifying vegetation density levels, and validating results using field reference data. MSARVI is computed by integrating atmospheric and soil background corrections to enhance vegetation detection accuracy. The results indicate that Cigugurgirang Village is predominantly covered by high-density vegetation, spanning an area of 147.71 ha. The accuracy assessment yielded an overall accuracy of 87.50% and a kappa accuracy of 83.34%, demonstrating high reliability. These findings confirm that MSARVI is an effective method for vegetation density mapping with high accuracy.

Keywords: Vegetation Density; MSARVI; Sentinel-2; Remote Sensing; Kappa Accuracy

1. PENDAHULUAN

Vegetasi adalah kumpulan aneka tumbuhan yang hidup di satu wilayah (Magdalena & Roziqin, 2021). Vegetasi memiliki keragaman jenis, ketinggian, dan kerapatan yang berbeda-beda berdasarkan faktor iklim, interaksi biotik dan abiotik, dan habitat (Handayani, Idris, & Aji, 2022). Terdapat banyak sekali peranan vegetasi dalam membentuk keseimbangan lingkungan, salah satu contohnya adalah untuk mengurangi dampak lingkungan dari aktivitas manusia (Putri, Widiyanti, Karim, Somantri, & Ridwana, 2021).

Melihat manfaat vegetasi yang esensial bagi kehidupan manusia, ketersediaan data mengenai persebaran vegetasi secara spasial menjadi cukup penting saat ini. Dalam hal tersebut, penginderaan jauh menjadi salah satu metode yang mudah, cepat serta memiliki keakuratan yang tinggi dalam menganalisis persebaran kerapatan vegetasi (Patty, Nurdiansah, Rizqi, & Huwae, 2022).

Teknologi penginderaan jauh memberikan akses penyediaan data vertikal secara cepat dan relatif akurat (Z. Zhang et al., 2023). Vegetasi sendiri memiliki karakteristik spektral yang unik, yakni dapat memantulkan gelombang yang diserap oleh satelit untuk dianalisis kerapatan vegetasinya (Zeng et al., 2022). Maka dari itu, penginderaan jauh merupakan metode yang ideal untuk menganalisis persebaran vegetasi pada suatu daerah (Hussain et al., 2022). Salah satu citra satelit yang cocok untuk analisis vegetasi adalah citra Sentinel-2. Citra Sentinel-2 adalah citra satelit resolusi menengah yang bersifat gratis dan digunakan untuk mengekstraksi data klasifikasi penutup lahan muka bumi (*land cover*) (Miranda & Aryuni, 2021).

Penelitian ini menggunakan salah satu manfaat dari teknologi penginderaan jauh pada bidang analisis vegetasi, yakni transformasi indeks vegetasi. Transformasi indeks vegetasi berarti teknik dalam penginderaan jauh untuk menganalisis citra yang sering dilakukan dalam analisis vegetasi (Nurazizah, Altajuddin, Mukhlis, Puspito, & Sitorus, 2024). Secara garis besar, jenis indeks vegetasi yang dapat digunakan sangat bervariasi. Namun, peneliti memilih untuk melakukan perbandingan terhadap dua indeks vegetasi, yakni *Modified Soil and Atmospheric Resistance Vegetation Index (MSARVI)*.

MSARVI sendiri adalah salah satu indeks vegetasi yang mengurangi disrupsi gangguan atmosfer dan latar belakang tanah serta

merupakan hasil modifikasi dari indeks SARVI (*Soil and Atmospherically Resistant Vegetation Index*) (Bintang Wicaksana, 2024). MSARVI ini mengintegrasikan faktor koreksi untuk vegetasi dari indeks SAVI (nilai L) dengan kanal biru yang telah dinormalisasi dari indeks ARVI sehingga diperoleh indeks SARVI. Lalu, SARVI dimodifikasi sehingga menciptakan MSARVI (Salsabila & Danoedoro, 2021).

MSARVI memiliki keunggulan dalam mengoreksi pengaruh atmosfer dan latar belakang tanah, sehingga lebih andal dibandingkan NDVI dan SAVI untuk analisis vegetasi di berbagai lingkungan (Ambhika, Widyatmanti, Mahendra, Awanda, & Umarhadi, 2022). Indeks ini banyak diterapkan dalam pemantauan ekosistem hutan, lahan pertanian, dan kawasan urban.

Selain itu, dalam melakukan pengolahan MSARVI, kami menggunakan *platform cloud computing* Google Earth Engine. Google Earth Engine (GEE), ialah *platform* berbasis *cloud* dan berfungsi untuk memudahkan proses pengumpulan dan analisis *big data* geospasial untuk kepentingan pengambilan keputusan (Velastegui-Montoya et al., 2023).

Dataset yang bersifat *big data* tersebut telah banyak diarsipkan dan ditautkan ke wadah *cloud computing open source* oleh Google, salah satunya, ialah citra satelit resolusi menengah Sentinel-2 (Aksoy et al., 2022). Sentinel-2 sendiri merupakan satelit yang mempunyai tujuan utama, yakni pemantauan lahan secara global dengan pengulangan 10 hari (1 satelit) dan 5 hari (2 satelit) yang meliputi satelit sentinel-2A dan Sentinel-2B (Jia et al., 2024). Terdapat instrumen MSI (*Multispectral Imager*) yang melengkapi Sentinel-2 dengan 13 kanal berbeda, yakni 4 saluran resolusi 10 meter, 6 saluran resolusi 20 meter, dan 3 saluran resolusi 60 meter (Virdis, Xue, Winijkul, Nitivattananon, & Punpukdee, 2022).

Penelitian ini berfokus pada wilayah kajian Desa Cigugurgirang, Kec. Parongpong, Kab. Bandung Barat. Desa ini terletak dekat dengan perbatasan Kabupaten Bandung Barat dan Kota Bandung serta merupakan wilayah transisi perkotaan dan pedesaan. Hal tersebut mengakibatkan perubahan karakter terhadap desa yang berlokasi di pinggiran kota sehingga menjadi karakter perkotaan, termasuk segi persebaran vegetasinya (Hamdani, Rikumahu, Putra, & Uny, 2025).

Potensi MSARVI untuk mengidentifikasi kerapatan vegetasi dapat terbilang cukup baik apabila merujuk kepada

penelitian sebelumnya. Namun, studi yang mengkaji penggunaan indeks MSARVI saat ini masih sangat sedikit, terlebih lagi dengan pemanfaatan Google Earth Engine. Disamping itu, kajian yang dilakukan di Desa Cigugurgirang pun sangat lah sedikit sehingga dibutuhkan penelitian lebih lanjut terkait penggunaan indeks vegetasi MSARVI untuk analisis kerapatan vegetasi, khususnya di Desa Cigugurgirang.

Berangkat dari kondisi tersebut, penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis kerapatan vegetasi dan mengetahui tingkat akurasi dari analisis kerapatan vegetasi indeks MSARVI menggunakan citra Sentinel-2A dengan GEE di Desa Cigugurgirang.

Manfaat dari penelitian ini, ialah untuk menambah informasi dan mendukung penelitian sebelumnya yang sejenis. Lalu, diharapkan hasil penelitian ini bisa menjadi bahan pertimbangan bagi calon peneliti ketika ingin memilih metode untuk menganalisis vegetasi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis berbasis penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mengetahui tingkat kerapatan vegetasi menggunakan citra satelit. Data utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Sentinel-2A, yang diolah menggunakan *Modified Soil-Adjusted Vegetation Index* (MSARVI) untuk mengekstraksi informasi spasial terkait kerapatan vegetasi.

2.1 Alat dan Data

Berikut merupakan beberapa alat yang digunakan pada penelitian ini.

- Laptop Lenovo Ideapad Gaming 3 15ARH05 dengan spesifikasi Processor AMD Ryzen 4600H, RAM 16 GB, SSD 1TB, VGA GTX 1650 Ti 4GB, OS Windows 11;
- Google Earth Engine untuk analisis MSARVI;
- ArcGIS Pro 2.8.4 untuk klasifikasi nilai MSARVI;
- Microsoft Word dan Microsoft Excel;
- GPS Handheld merk Garmin untuk menentukan titik koordinat dan ketinggian di lapangan, dan;
- Aplikasi Canopy Cover Free di Android untuk menentukan persentase kerapatan kanopi vegetasi;

Berikut merupakan beberapa data yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Data yang Digunakan Pada Penelitian

No.	Data	Sumber
1.	Citra Sentinel-2A L2A Akuisisi Tanggal 8 Juli 2022 Wilayah Bandung Raya	Database Google Earth Engine
2.	Shapefile Batas Administrasi Desa/Kelurahan	Badan Informasi Geospasial
3.	Data Kerapatan Kanopi Pohon	Survei Lapangan

Sumber: Penulis (2022)

2.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Cigugurgirang yang terletak di Kec. Parongpong, Kab. Bandung Barat. Desa Cigugurgirang memiliki letak astronomi, yaitu di antara 6°48'23" - 6°51'0" LS dan 107°34'32" - 107°35'37" BT. Desa Cigugurgirang dipilih karena merupakan transisi dari wilayah perkotaan dan pedesaan. Lokasi penelitian, yakni Desa Cigugurgirang dapat dilihat di **Gambar 1**.

2.3 Diagram Alir

Diagram alir dari penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 2**. Proses penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan utama yang digambarkan dalam diagram alir. Tahapan pertama adalah pengumpulan data, yang mencakup citra Sentinel-2A dan data batas administrasi desa. Adapun rincian data dapat dilihat pada sub-bab 2.1 tentang alat dan data pada halaman sebelumnya. Tahap selanjutnya dijelaskan pada sub-bab 2.3 dan seterusnya.

2.4 Masking Citra

Masking citra adalah proses pemotongan area tertentu dari citra satelit agar analisis lebih fokus pada wilayah yang diteliti. Pada penelitian ini, citra Sentinel-2A dimasking menggunakan batas administrasi Desa Cigugurgirang. Proses ini memastikan bahwa hanya area dalam batas desa yang digunakan untuk analisis, sementara bagian luar dihilangkan.

2.5 Analisis Indeks Vegetasi MSARVI

Analisis Indeks Vegetasi MSARVI dilakukan menggunakan rumus pada persamaan (1) (Piawai, Permana, Fajar, Ridwana, & Somantri, 2022).

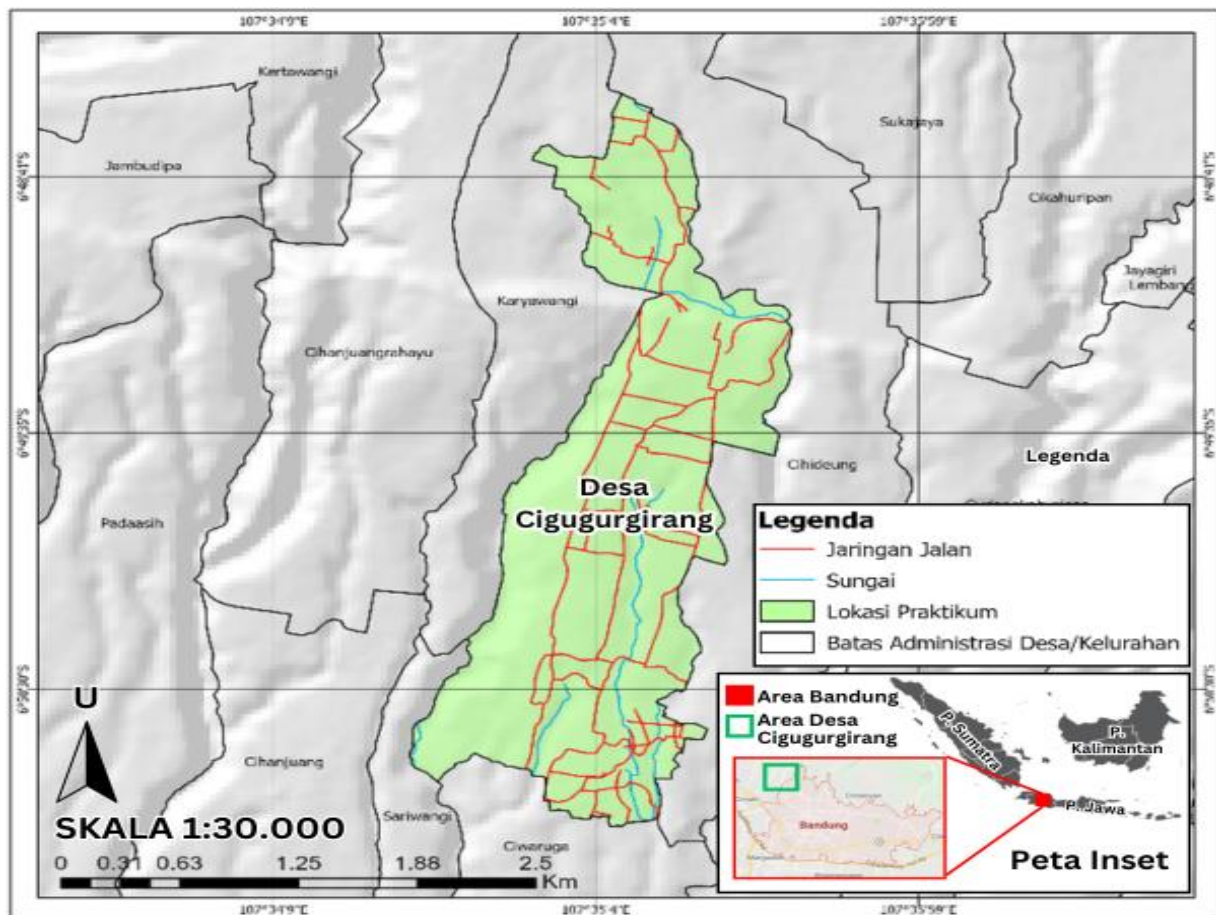
$$MSARVI = \frac{2\rho_{NIR} + 1 - \sqrt{[(2\rho_{NIR} + 1)^2 - \gamma(\rho_{NIR} - \rho_{rb})]}}{2} \quad (1)$$

Keterangan:

ρ = Saluran

$\rho_{rb} = \rho_{Merah} - \gamma(\rho_{Biru} - \rho_{Merah})$

$\gamma = 1$



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.6 Normalisasi Hasil Analisis MSARVI

Indeks vegetasi MSARVI tidak memiliki batasan nilai seperti pada indeks NDVI, dimana semakin rendah nilainya maka semakin rendah kerapatan vegetasi dan sebaliknya sehingga secara umum, rentang nilai MSARVI di bawah nilai 1 (Latue, Rakuasa, & Sihasale, 2023). Nilai MSARVI tersebut setelah itu dinormalisasi sehingga didapatkan klasifikasi kerapatan dalam bentuk persen. Latue, Rakuasa, & Sihasale (2023) menjelaskan bahwa nilai minimal vegetasi diperoleh dengan menentukan nilai maksimal untuk nilai non vegetasi (contohnya, seperti lahan terbangun dan air). Nilai vegetasi cenderung mendekati nilai 1, sedangkan nilai non vegetasi selalu mendekati nilai nol atau negatif. Maka dari itu, diperlukan penentuan nilai maksimal non vegetasi, formula untuk normalisasi indeks MSARVI dapat dilihat pada persamaan (2) (Latue et al., 2023):

$$normalisas = \frac{(\rho MSARVI - min) \times 100}{(max - min)} \quad (2)$$

Keterangan:

$\rho MSARVI$ = hasil analisis MSARVI

min = nilai vegetasi terkecil pada citra
 max = nilai vegetasi terbesar pada citra

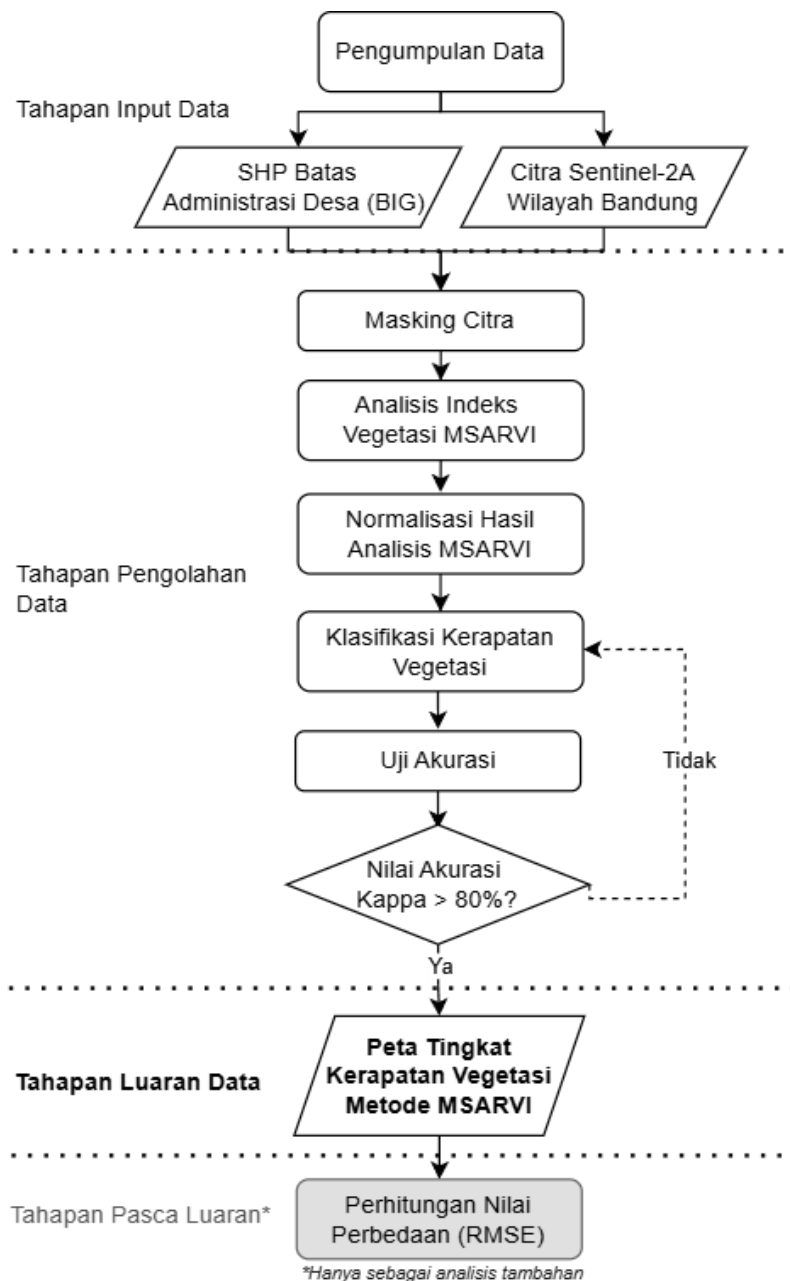
Setelah dilakukan normalisasi maka didapatkan nilai kerapatan kanopi berupa persentase kerapatan. Nilai persentase tersebut kemudian diklasifikasikan menjadi empat kelas kerapatan kanopi seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Tingkat Kerapatan Kanopi Berdasarkan Nilai MSARVI

No.	Nilai MSARVI	Tingkat Kerapatan
1.	76 - 100%	Tinggi
2.	51 - 75%	Sedang
3.	21 - 50%	Rendah
4.	< 20%	Sangat Rendah

Sumber: Analisis, 2022

Terakhir, hasil analisis MSARVI yang telah dilakukan klasifikasi dapat di-*masking* sesuai dengan batas wilayah kajian, pada kasus ini adalah batas administrasi Desa Cigugurgirang.

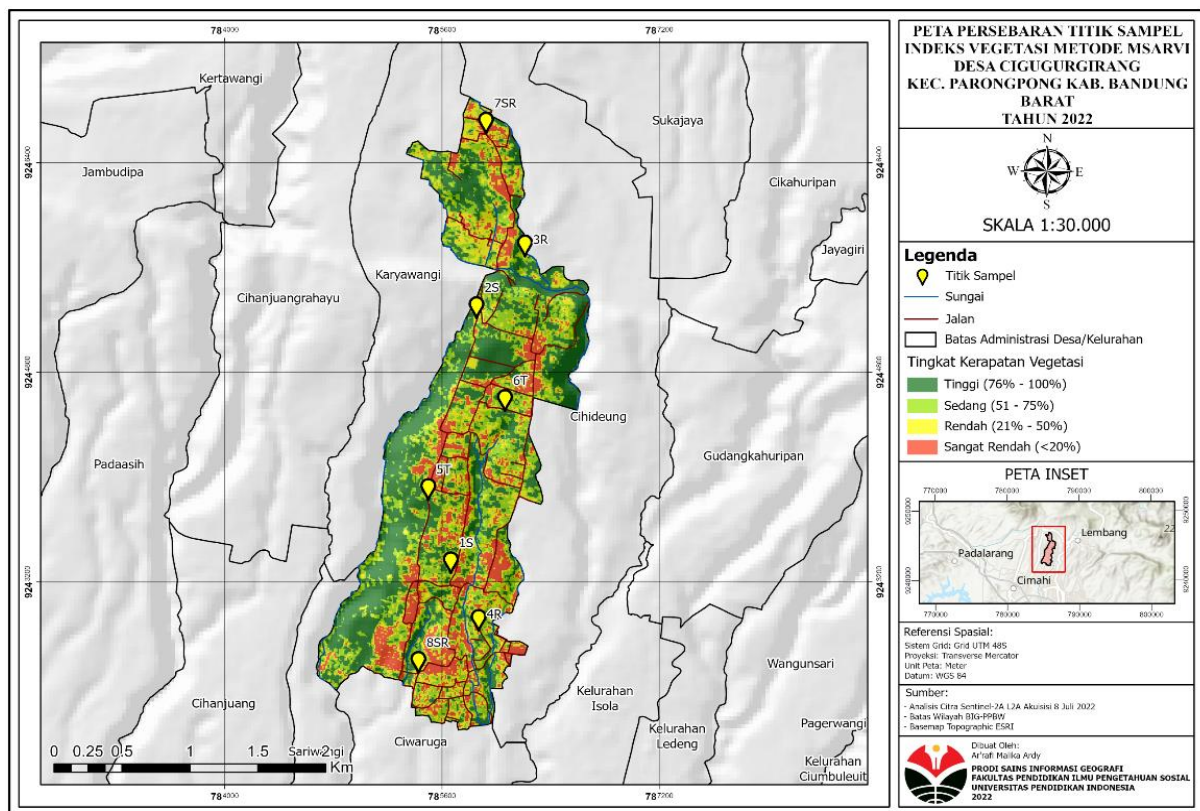


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.7 Uji Akurasi Klasifikasi Kerapatan Kanopi

Komparasi antara kondisi di lapangan dan data hasil klasifikasi merupakan apa yang disebut dengan akurasi (Iemaaniah, Shakila, & Azzuandi, 2023). Penelitian ini menggunakan uji akurasi berupa *Confusion Matrix*. *Confusion matrix* merupakan tabel evaluasi untuk menghitung tingkat akurasi dari proses klasifikasi, Persentase ketelitian sebuah kelas didapatkan dengan membandingkan jumlah piksel pada *training area* suatu kelas dengan jumlah piksel yang benar masuk pada *training area* (Li et al., 2023).

Adapun, untuk memperoleh data kerapatan kanopi di lapangan, peneliti menggunakan aplikasi *Canopy Cover Free* yang dapat memberikan estimasi nilai kerapatan kanopi dari foto yang menghadap kanopi pohon. Seperti yang terlihat di Gambar 3, Terdapat sebanyak 8 titik sampel yang tersebar secara merata di wilayah kajian yang terdiri dari 2 titik sampel setiap kelas kerapatannya. perhitungan akurasi keseluruhan (OA), akurasi produser (PA), akurasi user (UA) dan koefisien kappa menjadi hasil uji akurasi pada *confusion matrix*.



Gambar 3. Peta Persebaran Titik Sampel Survey Lapangan (Sumber: Peneliti, 2022)

2.8 Perhitungan Nilai Perbedaan (RMSE)

Pemodelan MSARVI pada dasarnya merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk mendapatkan estimasi atau penaksiran besarnya kerapatan vegetasi di suatu tempat. Maka dari itu, perlu dilakukan kalibrasi data lapangan untuk menghitung besarnya nilai perbedaan dengan *Root Mean Square Error* (RMSE) antara nilai kerapatan vegetasi pada citra dengan kondisi di lapangan. Perhitungan RMSE dapat dilakukan menggunakan persamaan (3) sebagai berikut (R. P. Zhang, Zhou, Guo, Miao, & Zhang, 2023).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (3)$$

Keterangan:

n = Jumlah Sampel

y_i = nilai kerapatan vegetasi hasil indeks MSARVI

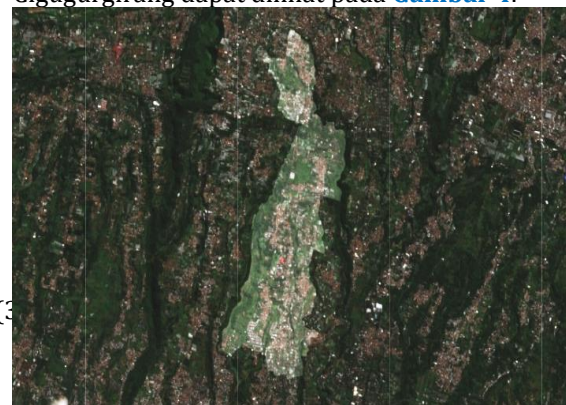
\hat{y}_i = nilai kerapatan vegetasi hasil pengukuran di lapangan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Masking Citra

Masking dilakukan sebagai tahap awal sebelum analisis lebih lanjut. Mulai dari proses ini, seluruh pengolahan data akan dilakukan

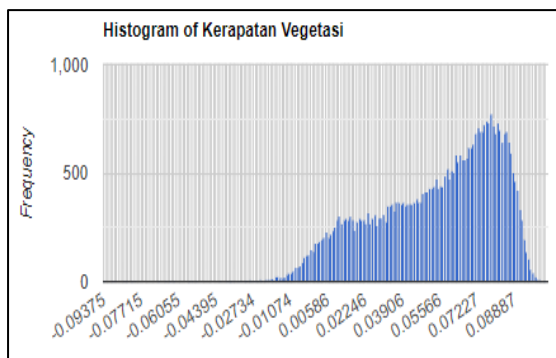
berbasis *cloud computing* di Google Earth Engine (GEE) untuk meningkatkan efisiensi pemrosesan dan analisis data. Hasil *masking* citra yang disesuaikan dengan batas administrasi Desa Cigugurgirang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Masking Citra Sentinel-2 Wilayah Desa Cigugurgirang (Sumber: Peneliti, 2022)

3.2 Analisis Indeks Vegetasi MSARVI

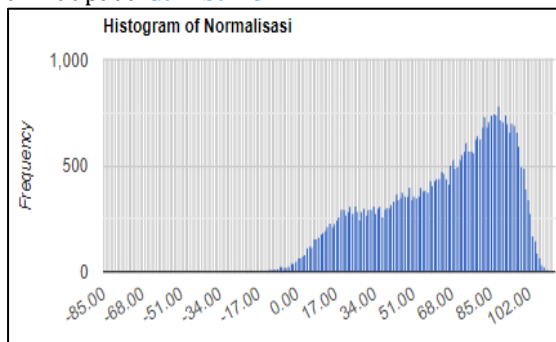
Setelah melakukan analisis perhitungan MSARVI yang telah di-*masking* dengan batas administrasi Desa Cigugurgirang, didapatkan histogram seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5. Histogram tersebut memiliki rentang -0,09375 hingga 0,09668.



Gambar 5. Histogram Hasil Analisis Indeks MSARVI di Desa Cigugurgirang

3.3 Normalisasi Hasil Analisis MSARVI

Hasil analisis MSARVI masih memiliki rentang yang kurang sesuai dengan standar rentang indeks vegetasi sehingga tidak bisa diklasifikasi tingkat kerapatan vegetasinya. Oleh karena itu dibutuhkan normalisasi. Adapun histogram setelah dilakukan normalisasi dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Histogram setelah dilakukan normalisasi terhadap nilai MSARVI (%)

Seperti yang terlihat pada **Gambar 5**, nilai normalisasi mengalami pemuncakan di rentang 80 - 95% yang menandakan bahwa Desa Cigugurgirang masih memiliki kerapatan kanopi vegetasi yang cukup rapat, tetapi terdapat banyak titik yang memiliki nilai MSARVI di bawah kelas tinggi (< 75%).

3.4 Klasifikasi Kelas Kerapatan Vegetasi

Proses klasifikasi nilai indeks vegetasi MSARVI dilakukan dengan mengelompokkan setiap piksel raster berdasarkan nilai numeriknya sesuai standar pada **Tabel 3**. Setiap piksel memiliki nilai MSARVI yang mencerminkan kerapatan dan kesehatan vegetasi, yang kemudian dikategorikan ke dalam kelas tertentu menggunakan Google Earth Engine. Proses ini menghasilkan pola spasial yang menunjukkan distribusi vegetasi dalam area kajian.

Berdasarkan hasil analisis dari citra Sentinel-2A menggunakan analisis indeks MSARVI, luas (ha) dari masing-masing kelas kerapatan vegetasi dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Luas Kelas Kerapatan Vegetasi di Desa Cigugurgirang

Kelas Kerapatan	Luas (ha)	%
Tinggi	147,71	35,38
Sedang	111,85	26,79
Rendah	88,13	21,11
Sangat Rendah	69,84	16,73
Total	417,53	100,00

Sumber: Analisis Data, 2022


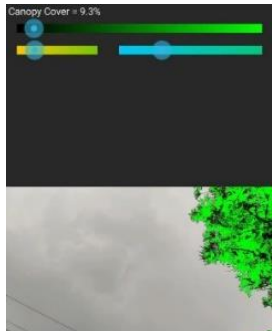
Dari hasil analisis indeks vegetasi MSARVI data Citra Sentinel-2A pada tahun 2022 didapatkan 4 kelas kerapatan, yakni sangat rendah, rendah, sedang, dan tinggi. Adapun, Hasil dari analisis indeks vegetasi MSARVI dapat dilihat di **Gambar 7**.

Dapat dilihat bahwa kelas dengan luas kerapatan yang paling besar merupakan kelas kerapatan tinggi dengan luas sebesar 147,71 ha. Hal tersebut menunjukkan bahwa Desa Cigugurgirang pada tahun 2022 masih didominasi oleh vegetasi dengan kelas kerapatan yang tinggi, yaitu sebesar 75-100%. Hasil tersebut sejalan dengan pengalaman survei lapangan yang peneliti hadapi, yakni dari segi penggunaan lahannya, Desa Cigugurgirang didominasi oleh vegetasi alami, dan semak belukar. Sedangkan, lahan terbangunnya hanya terkonsentrasi di beberapa lokasi.

Berdasarkan hasil klasifikasi kelas kerapatan vegetasi pada **Gambar 7**, indeks MSARVI berhasil mengidentifikasi pemukiman sebagai non-vegetasi, terbukti dengan nilainya yang rendah pada wilayah pemukiman (ditandai dengan warna merah). Selain itu, wilayah dengan tingkat kerapatan tinggi juga berhasil teridentifikasi dengan baik, seperti pada bagian barat serta timur laut yang merupakan wilayah hutan di jurang. Namun, wilayah transisi antara pemukiman dengan hutan/vegetasi cenderung memiliki kerancuan, karena teridentifikasi sebagai wilayah dengan tingkat kerapatan vegetasi sedang hingga rendah.

3.5 Uji Akurasi Klasifikasi Kelas Kerapatan Kanopi

Tabel 4 menampilkan dokumentasi kerapatan kanopi di lapangan yang diestimasi menggunakan aplikasi Canopy Cover Free.

No.	Kelas Kerapatan	Dokumentasi Kerapatan Kanopi
3.	Rendah	
4.	Sangat Rendah	

Sumber: Survei Lapangan, 2022

Akurasi klasifikasi kelas kerapatan kanopi di wilayah penelitian didapatkan akurasi keseluruhan (OA) pada citra Sentinel-2A L2A sebesar 87,5%. Lalu, didapat juga koefisien kappa sebesar 0,833. Selain kedua hal di atas, akurasi user (UA) dan produser (PA) juga dihitung dari hasil klasifikasi kelas kerapatan. Adapun, hasil uji akurasi dapat dilihat pada **Tabel 5** dan **Tabel 6**.

Tabel 5. Hasil Uji Akurasi Klasifikasi Kelas Kerapatan Kanopi

Data Sampel	Diklasifikasikan Ke Kelas				Total User
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	
Sangat Rendah	2	0	0	0	2
Rendah	0	2	0	0	2
Sedang	0	0	2	0	2
Tinggi	0	0	1	1	2
Total Producer	2	2	3	1	8
Overall Accuracy	87,50%				
Kappa Accuracy	83,34%				

Sumber: Analisis Hasil Survei Lapangan, 2022

Tabel 6. Persentase Akurasi Produser dan Akurasi User

Akurasi Produser %	Akurasi User %
Sangat Rendah 100	Sangat Rendah 100
Rendah 100	Rendah 100
Sedang 66,67	Sedang 100
Tinggi 100	Tinggi 50

Sumber: Peneliti, 2022

Jadi, didapatkan nilai koefisien kappa sebesar 0,8334 atau 83,34%. Angka tersebut menunjukkan kemiripan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mega Nurzihan, Rinzani, Kamaluddin, Ridwana, & Somantri, (2023). Studi tersebut mencoba untuk menerapkan analisis indeks MSARVI di Desa Cihanjuang Rahayu yang berlokasi berdekatan dengan Desa Cigugurgirang. Setelah dilakukan uji akurasi, indeks MSARVI mendapatkan hasil uji akurasi kappa yang serupa, yakni sebesar 83,7% untuk klasifikasi kerapatan vegetasi menggunakan MSARVI (Mega Nurzihan et al., 2023). Adapun, koefisien kappa yang melebihi 0,8 menunjukkan tingkat kepercayaan tinggi berdasarkan klasifikasi tingkat kesesuaian menurut Alwan & Aziz, (2021) seperti yang terlihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Klasifikasi Tingkat Kepercayaan Kappa

Nilai Akurasi Kappa	Tingkat Kepercayaan
0,40 – 0,60	Rendah
0,61 – 0,80	Sedang
> 0,80	Tinggi

Sumber: Alwan & Aziz, 2021

3.6 Perhitungan Nilai Perbedaan (RMSE)

Kalibrasi data lapangan untuk menghitung besarnya nilai perbedaan antara nilai kerapatan vegetasi pada citra dengan kondisi di lapangan dengan RMSE atau *Root Mean Square Error* dan berhasil mendapat nilai, yakni sebesar 0,0502 yang artinya terdapat perbedaan estimasi sebesar 5,02% antara hasil analisis indeks MSARVI dengan kondisi lapangan.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa Desa Cigugurgirang didominasi oleh vegetasi dengan kerapatan tinggi, dibuktikan dengan kelas kerapatan vegetasi tinggi yang menduduki peringkat pertama dari segi luasnya. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis MSARVI yang dilakukan oleh peneliti di Desa Cigugurgirang menghasilkan tingkat akurasi keseluruhan sebesar 87,50% dan kappa akurasi sebesar 83,34% yang dinyatakan memiliki tingkat kepercayaan tinggi berdasarkan klasifikasi tingkat kepercayaan kappa. Selain itu terdapat perbedaan estimasi sebesar 5,02% dari hasil perhitungan RMSE.

Selain itu, kelebihan dari metode penginderaan jauh adalah dari segi efisiensi. Pengambilan data bisa dilakukan tanpa perlu terjun langsung ke lapangan. Kekurangannya, akurasi tidak menentu sehingga diperlukan uji akurasi lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada *European Space Agency* selaku pihak penyedia data satelit Sentinel-2A dan kepada Pemerintah Desa Cigugurgirang yang telah mengizinkan kegiatan survey akurasi peta kerapatan vegetasi kami. Terakhir, saya ucapkan terima kasih juga kepada pihak universitas pendidikan indonesia dan program studi Sains Informasi Geografi karena telah membantu dalam proses pengolahan data hingga uji akurasi dan penulisan artikel ini.

REFERENSI

Aksoy, S., Yildirim, A., Gorji, T., Hamzehpour, N.,

Tanik, A., & Sertel, E. (2022). Assessing the performance of machine learning algorithms for soil salinity mapping in Google Earth Engine platform using Sentinel-2A and Landsat-8 OLI data. *Advances in Space Research*, 69(2), 1072–1086. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2021.10.024>.

Alwan, I. A., & Aziz, N. A. (2021). An accuracy analysis comparison of supervised classification methods for mapping land cover using sentinel 2 images in the al-hawizeh marsh area, southern iraq. *Geomatics and Environmental Engineering*, 15(1), 5–21. <https://doi.org/10.7494/geom.2021.15.1.5>.

Ambhika, N., Widyatmanti, W., Mahendra, W. K., Awanda, D., & Umarhadi, D. A. (2022). Remote Sensing Image Analysis for Identification of Peat Thickness Using Spectral Transformation Approach: Case Study of Bengkalis Island, Riau, Indonesia. *International Journal of Geoinformatics*, 18(2), 118–128. <http://dx.doi.org/10.52939/ijg.v18i2.2161>.

Bintang Wicaksana, M. G. G. B. (2024). Analisis Indeks Kerapatan Vegetasi Dengan Algoritma Msarvi Pada Citra Sentinel 2a Di Desa Kebonrejo, Kecamatan Salaman, Kabupaten Magelang. *GEOGRAPHY: Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, 12(1), 557. <https://doi.org/10.31764/geography.v12i1.21540>.

Hamdani, G. K., Rikumahu, V. D., Putra, F. E., & Uny, C. (2025). Fenomena Urban Heat Island di Kota Bandung. *EDUSAINTEK: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, 12(2), 629–644. <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v12i2.1496>.

Handayani, U., Idris, M. H., & Aji, I. M. L. (2022). Keragaman Vegetasi Berdasarkan Tipe Pengelolaan Lahan pada Hutan Produksi di Desa Banyu Urip Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Silva Samalas*, 5(1), 1–11. <https://doi.org/10.33394/jss.v5i2.5472>.

Hussain, S., Qin, S., Nasim, W., Bukhari, M. A., Mubeen, M., Fahad, S., Raza, A., et al. (2022). Monitoring the dynamic changes in

- vegetation cover using spatio-temporal remote sensing data from 1984 to 2020. *Atmosphere*, 13(10), 1609. MDPI. <https://doi.org/10.3390/atmos13101609>.
- Iemaaniah, Z. M., Shakila, N. A., & Azzuandi, A. M. (2023). Identifikasi Penggunaan Lahan Menggunakan Citra Resolusi Tinggi di Titik Nol Kawasan Ekonomi Khusus Mandalika. *JPIG (Jurnal Pendidikan dan Ilmu Geografi)*, 8(2), 144–154. <https://doi.org/10.21067/jpig.v8i2.8984>.
- Jia, K., Hasan, U., Jiang, H., Qin, B., Chen, S., Li, D., Wang, C., et al. (2024). How frequent the Landsat 8/9-Sentinel 2A/B virtual constellation observed the earth for continuous time series monitoring. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 130, 103899. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2024.103899>.
- Latue, P. C., Rakuasa, H., & Sihasale, D. A. (2023). Analisis Kerapatan Vegetasi Kota Ambon Menggunakan Data Citra Satelit Sentinel-2 dengan Metode MSARVI Berbasis Machine Learning pada Google Earth Engine. *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 2(2), 68–77. <https://doi.org/10.56211/sudo.v2i2.270>.
- Li, Z., Chen, X., Qi, J., Xu, C., An, J., & Chen, J. (2023). Accuracy assessment of land cover products in China from 2000 to 2020. *Scientific Reports*, 13(1), 12936. Nature Publishing Group UK London. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-39963-0>.
- Magdalena, I., & Roziqin, A. (2021). Pemanfaatan Citra Sentinel-2a Untuk Kerapatan Vegetasi Ditinjau Dari Kemiringan Lereng Di Pulau Batam. *Applied Business and Engineering Conference*, 9, 811–827.
- Mega Nurzihan, Y., Rinzani, A., Kamaluddin, M. R., Ridwana, R., & Somantri, L. (2023). Analisis Indeks Kerapatan Vegetasi di Desa Cihanjuang Rahayu Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2A dengan Metode MSARVI. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 11(3), 223–233. <https://doi.org/10.23887/jjg.v11i3.66790>.
- Miranda, E., & Aryuni, M. (2021). Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Convolutional Neural Network pada Citra Satelit Sentinel-2. *Sistemasi: Jurnal Sistem Informasi*, 10(2), 323. <https://doi.org/10.32520/stmsi.v10i2.1226>.
- Nurazizah, S. A., Altajuddin, M. H. H., Mukhlis, M. I., Puspito, P. D. C., & Sitorus, A. M. (2024). Klasifikasi Produktivitas Padi di Kabupaten Jember Menggunakan Indeks Vegetasi NDVI Tahun 2023. *Journal of Electronics and Instrumentation*, 1(3), 136–141. <https://doi.org/10.19184/jei.v1i3.1047>.
- 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), 224. <https://doi.org/10.35800/jip.v10i2.41069>.
- Piawai, F. A., Permana, A. S. A. F., Fajar, A. M., Ridwana, R., & Somantri, L. (2022). Pemanfaatan Citra Landsat 8 Untuk Pemetaan Sebaran Dan Kerapatan Ekosistem Mangrove Di Kecamatan Cijulang Kabupaten Pangandaran. *Jurnal Geografi*, 11(1), 53–64. <https://doi.org/10.24036/geografi/vol11-iss1/2552>.
- Putri, E. S., Widiyari, A., Karim, R. A., Somantri, L., & Ridwana, R. (2021). Pemanfaatan Citra Sentinel-2 Untuk Analisis Kerapatan Vegetasi Di Wilayah Gunung Manglayang. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 9(2), 133–143. <https://doi.org/10.23887/jjg.v9i2.35357>.
- Salsabila, H. N., & Danoedoro, P. (2021). The effect of atmospheric and topographic corrections on the vegetation density mapping using several vegetation indices: a case study in Arjuno-Welirang volcanoes, East Java. *Proc.SPIE* (Vol. 12082, p. 120820S). Retrieved from <https://doi.org/10.1117/12.2621837>
- Tiara Dewi, Muhammad Amir Masruhim, R. S. (2017). Modul Training 2017 Kerapatan Vegetasi. *Laboratorium Penelitian dan Pengembangan FARMAKA TROPIS Fakultas Farmasi Universitas Muallawarman, Samarinda, Kalimantan Timur*.
- Velastegui-Montoya, A., Montalván-Burbano, N., Carrión-Mero, P., Rivera-Torres, H., Sadeck, L., & Adami, M. (2023). Google Earth Engine: a global analysis and future trends. *Remote Sensing*, 15(14), 3675. MDPI.

<https://doi.org/10.3390/rs15143675>.

Virdis, S. G. P., Xue, W., Winijkul, E., Nitivattananon, V., & Punpukdee, P. (2022). Remote Sensing of Tropical Riverine Water Quality using Sentinel-2 MSI and Field Observations. *Ecological Indicators*, 144, 109472. Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109472>.

Zeng, Y., Hao, D., Huete, A., Dechant, B., Berry, J., Chen, J. M., Joiner, J., et al. (2022). Optical vegetation indices for monitoring terrestrial ecosystems globally. *Nature Reviews Earth & Environment*, 3(7), 477–493. Nature Publishing Group UK London.
<https://doi.org/10.1038/s43017-022-00298-5>.

Zhang, R. P., Zhou, J. H., Guo, J., Miao, Y. H., & Zhang, L. L. (2023). Inversion models of aboveground grassland biomass in Xinjiang based on multisource data. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1152432. Frontiers Media SA.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1152432>.

Zhang, Z., Lu, L., Zhao, Y., Wang, Y., Wei, D., Wu, X., & Ma, X. (2023). Recent advances in using Chinese Earth observation satellites for remote sensing of vegetation. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 195, 393–407. Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2022.12.006>.