

Utilization of Electromagnetic Radiation in Remote Sensing for Vegetation Health Analysis Based on NDVI Approach Using Sentinel-2 Imagery

by Muhammad Nabili

Submission date: 30-Nov-2023 09:35PM (UTC+0700)

Submission ID: 1889908863

File name: lth_Analysis_Based_on_NDVI_Approach_Using_Sentinel-2_Imagery.doc (2.02M)

Word count: 2795

Character count: 18547



Utilization of Electromagnetic Radiation in Remote Sensing for Vegetation Health Analysis Based on NDVI Approach Using Sentinel-2 Imagery

Rizky Pamuji^{1*}, Andi Ichsan Mahardika², Nuruddin Wiranda³, Novan Alkaf Bahraini Saputra⁴, Muhammad Hifdzi Adini⁵, Delsika Pramatasari⁶

^{1,2,3,4,5,6}Pendidikan Komputer, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lambung Mangkurat

*Corresponding author: rizky.pamuji@ulm.ac.id

Abstract: The process of utilizing electromagnetic radiation from radiometric (Near-Infrared/NIR) and RED values in the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) in Sentinel-2 image data involves measuring the reflection of light at specific wavelengths reflected by vegetation. The NDVI is calculated by taking the difference between the NIR and RED reflectances and dividing by the sum of their reflectances. An in-depth analysis of the interaction of electromagnetic waves and plant spectral characteristics, such as the reflection of NIR light in healthy leaves, enables the mapping of vegetation health levels. The result of this image data processing process is an image model that visualizes the condition of vegetation health in the study area on Sentinel-2 image data where from the total land area studied of around 601,971,281.26 m², 30.73% is the land area with healthy vegetation, 12.52% is the land area with moderate vegetation and 53.33% is the land area with unhealthy vegetation. Based on the NDVI calculation, the area with the least healthy vegetation has an NDVI value of -0.2006 and the area with the healthiest vegetation has a value of 0.6043.

Keywords: electromagnetic radiation, NDVI, bands, image data, Sentinel-2

Pemanfaatan Radiasi Elektromagnetik dalam Penginderaan Jauh untuk Analisis Kesehatan Vegetasi Berdasarkan Pendekatan NDVI Menggunakan Citra Sentinel-2

Abstrak: Proses pemanfaatan radiasi elektromagnetik dari nilai radiometrik (Near-Infrared/NIR) dan RED dalam Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) pada data citra Sentinel-2 melibatkan pengukuran refleksi cahaya pada panjang gelombang tertentu yang direfleksikan oleh vegetasi. NDVI dihitung dengan mengambil perbedaan antara reflektansi NIR dan RED, kemudian dibagi dengan jumlah reflektansi keduanya. Analisis mendalam terhadap interaksi gelombang elektromagnetik dan karakteristik spektral tanaman, seperti refleksi cahaya NIR pada daun sehat, memungkinkan pemetaan tingkat kesehatan vegetasi. Hasil dari proses pengolahan data citra ini adalah pemodelan citra yang memvisualisasikan kondisi kesehatan vegetasi pada wilayah penelitian pada data citra Sentinel-2 dimana dari total luasan lahan yang diteliti sekitar 601,971,281.26 m², 30,73% adalah luas lahan dengan vegetasi sehat, 12,52% luas lahan dengan vegetasi sedang dan 53,33% luas lahan dengan vegetasi yang tidak sehat. Berdasarkan hasil perhitungan NDVI wilayah dengan vegetasi paling tidak sehat memiliki nilai NDVI -0,2006 dan wilayah dengan vegetasi paling sehat memiliki nilai 0,6043.

Kata kunci: radiasi elektromagnetik, NDVI, band, data citra, Sentinel-2

PENDAHULUAN

Pemanfaatan radiasi elektromagnetik dalam penginderaan jauh memegang peranan sentral dalam pemodelan kesehatan vegetasi, khususnya ketika menjelajahi kompleksitas ekosistem. Radiasi elektromagnetik memberikan wawasan yang mendalam

tentang kesehatan vegetasi dengan gelombang elektromagnetik mencerminkan interaksi kompleks antara cahaya matahari dan permukaan bumi (Kurniadin et al., 2022).

Dalam konteks ini, pemanfaatan radiasi elektromagnetik dengan penerapan teknologi penginderaan jauh menjadi alat yang sangat efektif dan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) menjadi pendekatan yang penting (Singgalen et al., 2023)(Latuconsina et al., 2020)(Nadzirah et al., 2022). NDVI, yang memanfaatkan citra spektral untuk mengukur aktivitas fotosintesis dan memberikan penilaian menyeluruh terhadap kesehatan vegetasi (Lasaiba, 2022). Namun, penggunaan radiasi elektromagnetik tidak hanya memanfaatkan NDVI, tetapi juga melibatkan pemahaman mendalam terhadap aspek fisika seperti gelombang elektromagnetik (Syaputra & Soesanti, 2017) dan gelombang spektral (Suwargana, 2013).

Penelitian ini difokuskan pada wilayah kota Banjarmasin dan sekitarnya, dengan tujuan utama memodelkan kondisi kesehatan vegetasi menggunakan pendekatan NDVI dan memanfaatkan data citra dari satelit Sentinel-2 (Segarra et al., 2020). Resolusi spasial dan spektral tinggi dari satelit ini memungkinkan penelitian mendapatkan informasi yang lebih rinci.

Penting untuk menekankan bahwa pemahaman mendalam terhadap aspek fisika, seperti gelombang elektromagnetik yang direkam oleh berbagai band pada data citra satelit, menjadi krusial. Resolusi spasial tinggi pada band seperti Near-Infrared (NIR) dan RED memberikan informasi rinci mengenai kondisi tanaman dan vegetasi (Ginting & Faristyan, 2020). Karakteristik spektral tanaman, seperti cahaya NIR yang dipantulkan oleh daun yang sehat dari aktivitas fotosintesis yang baik, menjadi dasar utama dalam interpretasi nilai NDVI dan identifikasi vegetasi sehat (Mahesti et al., 2020).

Proses pengolahan citra juga melibatkan koreksi atmosfer untuk menghilangkan gangguan dari atmosfer yang dapat mempengaruhi interpretasi data. Dengan menonjolkan peran pemanfaatan radiasi elektromagnetik sejak awal, penelitian ini diarahkan untuk memberikan kontribusi yang signifikan dalam pemahaman dinamika vegetasi dan potensinya dalam berbagai konteks aplikatif.

Pentingnya pemahaman karakteristik spektral tanaman menjadi terlihat pada tahap awal pengolahan citra. Tanaman, sebagai objek dalam citra, memiliki kemampuan untuk memantulkan, menyerap, atau menyebarkan cahaya pada panjang gelombang tertentu. Oleh karena itu, pemahaman mendalam terhadap respons spektral tanaman, seperti daun yang cenderung memantulkan cahaya NIR, menjadi landasan kritis dalam mengartikan nilai NDVI dan mengidentifikasi vegetasi sehat. Gelombang elektromagnetik yang direkam oleh berbagai band pada data citra satelit mencerminkan interaksi kompleks antara cahaya matahari dan permukaan bumi, yang mendukung pengembangan pemahaman lebih baik tentang kesehatan vegetasi.

Melalui pendekatan ini, penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi yang signifikan pada pemahaman dinamika vegetasi, tetapi juga membuka potensi aplikatif yang lebih luas, terutama dalam konteks manajemen lingkungan yang berkelanjutan. Pemanfaatan radiasi elektromagnetik dalam penginderaan jauh bukan hanya menghasilkan pemodelan kesehatan vegetasi yang akurat, tetapi juga membuka peluang untuk meningkatkan kebijakan dan tindakan yang lebih efektif dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan menghadapi tantangan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dalam penelitian ini adalah penelitian yang bersifat eksperimental dan kuantitatif, dengan aplikasi penginderaan jauh dalam pengambilan data dari citra

satelit. Dalam tahap analisis NDVI, dapat dilakukan perancangan eksperimen untuk memahami pengaruh variabel tertentu terhadap nilai NDVI. Penggunaan kontrol dan manipulasi variabel dapat membantu memahami hubungan sebab-akibat. Penggunaan NDVI itu sendiri adalah metode kuantitatif (Saleha et al., 2023). NDVI menghasilkan nilai numerik yang mengukur tingkat vegetasi, dan analisis kuantitatif digunakan untuk memahami distribusi dan perubahan dalam nilai-nilai ini (Izah et al., 2023). Penggunaan data citra satelit Sentinel-2 dan analisis NDVI merupakan pendekatan penginderaan jauh (Nursaputra et al., 2021). Dalam konteks ini, penginderaan jauh melibatkan penggunaan data dari sensor di atas permukaan bumi untuk mendapatkan informasi tentang tanah, vegetasi, dan fenomena alam lainnya (Herawati, 2020; Prayoga, 2017).

Berikut adalah tahapan umum untuk penelitian identifikasi vegetasi dengan menggunakan analisis NDVI pada data citra satelit Sentinel-2 yaitu 1) penentuan wilayah studi (*Region of Interest - ROI*) yang sesuai dengan tujuan penelitian, batas-batas geografis dan luas wilayah studi, 3) persiapan data, 3) pengolahan data, 4) pemodelan vegetasi dan analisis spasial.

1. Penentuan Wilayah Studi

Lokasi penelitian tugas yang secara administratif terletak di kota Banjarmasin, provinsi Kalimantan Selatan, namun tidak berfokus di kota Banjarmasin saja melainkan wilayah di sekitarnya dengan total wilayah sekitar 418772637.7169082 m². Secara geografis wilayah penelitian ini terletak di sekitar koordinat poligon dengan koordinat titik:

0: [114.52853481702739,-3.4285837166855293]

1: [114.7104958765977,-3.4285837166855293]

2: [114.7104958765977,-3.2421325864619535]

3: [114.52853481702739,-3.2421325864619535]

4: [114.52853481702739,-3.4285837166855293]



Gambar 1. Lokasi penelitian

2. Persiapan Data

Data citra yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah data citra Sentinel-2 berdasarkan titik koordinat wilayah studi yang telah ditentukan. Rentang waktu data citra yang digunakan dari tanggal 1 Januari 2022 hingga 31 Desember 2022. Kumpulan data citra sepanjang tahun 2022 ini dikompilasi

menjadi satu data citra yang saling mengoreksi antar citra sehingga menghasilkan data citra yang utuh (*image collection*). Platform yang digunakan untuk pemrosesan dan pengolahan data citra dalam penelitian ini adalah *Google Earth Engine* (GEE).

3. Tahapan Pengolahan Data

Tahapan yang dilaksanakan dalam pengolahan data yaitu sebagai berikut:

1. Tahap awal, meliputi proses koreksi geometrik pada citra untuk mereduksi kesalahan geometrik yang terjadi pada citra, sehingga dihasilkan citra terkoreksi geometrik. Proses penghilangan tutupan awan juga dilakukan sehingga wilayah yang diproses lebih jelas dan jernih.
2. Tahap pengolahan, dimana dilakukan penerapan algoritma NDVI sebagai berikut:

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

Keterangan:

NIR = Band inframerah dekat (B8)

RED = Band merah (B4)

Karena data citra yang digunakan adalah jenis citra satelit multispektral menentukan komposisi band (*band composite*) (Corbane et al., 2020) maka diperlukan susunan komposisi band yang di modifikasi untuk kebutuhan NDVI (nilai radiometrik) untuk mendapatkan citra kesehatan vegetasi yang diperlukan. Nilai radiometrik yang diberikan kepada NIR adalah Band 8 dengan panjang gelombang 835.1nm (S2A)/833nm (S2B) dan RED adalah Band 4 dengan Panjang gelombang 664.5nm (S2A)/665nm (S2B). Nilai radiometrik Band 8 dalam Sentinel-2 dipilih karena tanaman umumnya menyerap cahaya di band NIR, dan sebagian besar tidak memantulkannya, oleh karena itu, Band 8 memberikan informasi yang baik tentang seberapa banyak cahaya diserap oleh tanaman. Kemudian tanaman juga memantulkan cahaya di band merah (RED), sehingga Band 4 memberikan informasi tentang sejauh mana tanaman memantulkan cahaya (Aklilu Tesfaye & Gessesse Awoke, 2021). Selain menentukan band untuk mendapatkan citra natural NDVI, penulis membuat juga kategori warna lain terhadap citra NDVI yang telah diperoleh dengan rentang cahaya 0-1 untuk memudahkan visualisasi terkait tingkat kesehatan vegetasi dengan berbagai kategori agar lebih mudah diamati.

Tabel 1. Kategori warna tingkat kesehatan vegetasi

Warna	Rentang Nilai NDVI	Informasi
Biru	-1 s/d 0	Air/kandungan air
Merah	0 s/d 0.39	Wilayah non-vegetasi/vegetasi tidak sehat
Kuning	0.39 s/d 0.6	Vegetasi sedang/jarang-jarang
Hijau Gelap	0.6 s/d 1	Vegetasi sehat & rapat

4. Pemodelan Vegetasi dan Analisis Spasial

Pada tahap akhir, dimunculkan pemodelan tingkat kesehatan vegetasi dengan visualisasi wilayah-wilayah yang menunjukkan kondisi tingkat-tingkat kesehatan vegetasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Koreksi Geomterik dan Tutupan Awan

Koreksi geomterik proses cropping atau pemotongan citra dilakukan untuk membatasi daerah kajian proses pengolahan data agar pemrosesan data menjadi lebih ringan. Penghilangan tutupan awan juga dilakukan agar tidak ada wilayah yang tertutup awan sehingga kondisi vegetasi di wilayah tersebut tidak dapat terlihat. Dari kumpulan kompilasi data citra yang sudah diakuisi ditentukan paramater 20% untuk awan, artinya hanya kompilasi citra yang memiliki tutupan awan maksimal 20% saja yang digunakan. Hasil pengoreksian geomterik dan tutupan awan dapat dilihat di Gambar 2.



(a)

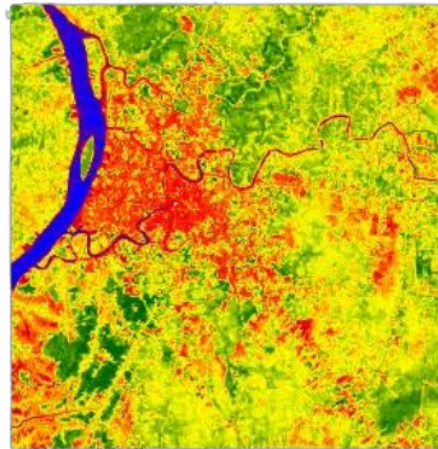


(b)

Gambar 2. (a) Citra natural sebelum dikoreksi dan (b) sesudah citra dikoreksi Berdasarkan gambar 2 bagian (b) dapat terlihat wilayah dengan penampakan yang jernih dan bersih tanpa ada awan yang menutupi beberapa titik wilayah. Hal ini membuat semua wilayah dapat terlihat kondisi vegetasinya dan memudahkan proses analisis di tahapan selanjutnya.

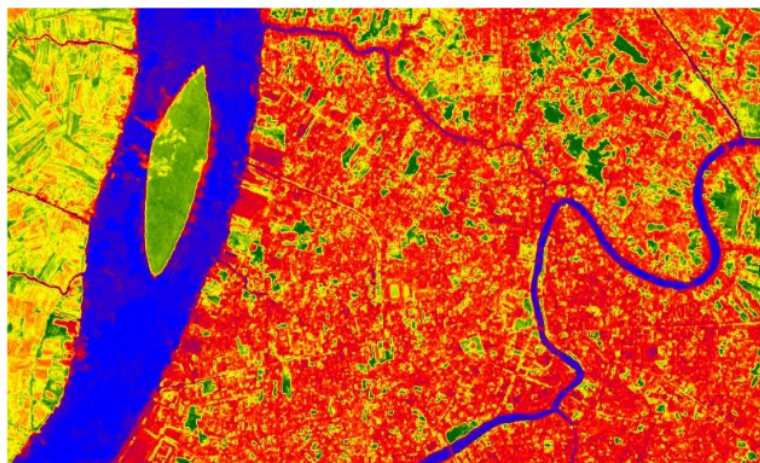
2. Hasil Perhitungan NDVI

Dari hasil pengolahan citra NDVI dengan algoritma dan komposisi band yang telah ditetapkan, dapat diperoleh pemodelan data citra tingkat kondisi vegetasi di wilayah penelitian pada gambar berikut:



Gambar 4. Citra NDVI

Berdasarkan gambar dapat dilihat hasil pemodelan yang menunjukkan kondisi vegetasi di wilayah tersebut. Wilayah yang berwarna merah mengindikasikan wilayah dengan kepadatan vegetasi yang sedikit atau tidak ada yang juga menunjukkan wilayah dengan vegetasi tidak sehat. Wilayah dengan warna merah adalah wilayah terbangun yang lebih didominasi oleh bangunan dan sedikit vegetasi. Kalau diperhatikan lebih seksama, pada pinggiran sungai (warna biru) justru didominasi warna merah yang artinya tidak banyak vegetasi disana padahal dekat dengan sumber air dan tanaman akan mudah untuk berkembang. Hal ini dapat diasumsikan bahwa dipinggiran sungai banyak terjadi aktivitas manusia dan banyak bangunan-bangunan disekitar pinggiran Sungai.



Gambar 5. Kondisi vegetasi dipinggiran sungai dan lahan terbangun

Kemudian di wilayah yang berwarna kuning menunjukkan wilayah yang memiliki tingkat kepadatan vegetasi yang sedang atau vegetasi dengan kondisi yang kurang sehat. Wilayah ini dapat diindikasikan sebagai wilayah yang terdapat banyak

tanaman namun aktivitas fotosintesisnya rendah, sehingga vegetasinya disana kurang sehat.

Terakhir adalah wilayah yang berwarna hijau tua, wilayah ini mengindikasikan tingkat kepadatan tanaman yang tinggi dengan aktivitas fotosintesis yang baik, sehingga dapat memantulkan cahaya dengan warna hijau dengan jelas. Wilayah yang berwarna hijau cenderung berada cukup jauh dari daerah terbangun yang berwarna merah yang mana hal ini dapat memberikan asumsi di wilayah ini jarang terjadi aktivitas manusia.

Secara umum berdasarkan wilayah penelitian telah diketahui nilai NDVI minimum dan maksimum, yang mana nilai minimumnya adalah -0.2006 dan nilai maksimumnya adalah 0.604. Angka-angka ini menunjukkan bahwa nilai NDVI terendah atau wilayah dengan vegetasi paling tidak sehat adalah -0,2006 dan wilayah dengan vegetasi paling sehat bernilai 0,6043.

3. Klasifikasi Kesehatan Vegetasi

Dari hasil klasifikasi nilai NDVI maka diperoleh luas vegetasi dengan kondisinya masing-masing di wilayah penelitian sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil persebaran Kesehatan vegetasi

Nilai NDVI	Kriteria	Luas (m ²)	Luas(%)
-1 s/d 0	Air	20567626.13	3,42%
0 s/d 0.39	Wilayah non-vegetasi/vegetasi rendah	320923034.79	53,33%
0.39 s/d 0.6	Vegetasi sedang	75427032.37	12,52%
0.6 s/d 1	Vegetasi sehat & rapat	182782588.97	30,73%
Total		601.971.281.26	100%

Berdasarkan tabel di atas sebesar 601,971,281.26 m² dari total luas tersebut 30,73% adalah daerah dengan kondisi vegetasi sehat, 12,52% merupakan daerah vegetasi dengan kondisi sedang dan 53,33% merupakan daerah dengan kondisi vegetasi rendah atau tidak sehat. Sedangkan 3,42% sisanya adalah air.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan kami sampaikan dalam berbagai aspek. Pada preses awal proses koreksi geometrik dilakukan untuk memotong citra dan membatasi daerah kajian, meningkatkan efisiensi pemrosesan data. Penghilangan tutupan awan dilakukan dengan batasan maksimal 20% tutupan awan untuk memastikan visualisasi kondisi vegetasi yang akurat. Hasil visualisasi data citra berdasarkan perhitungan NDVI dapat dibagi ke dalam kriteria nilai dengan luas masing-masing kategori. Dari total luas wilayah penelitian seluas 601,971,281.26 m², 30,37% adalah luas vegetasi sehat, 12,52% luas vegetasi sedang, dan 53,33% luas vegetasi rendah atau tidak sehat. Dari nilai tersebut juga diketahui kondisi vegetasi di wilayah lahan terbangun atau diasumsikan banyak aktivitas manusia memiliki vegetasi paling tidak sehat.

Kemudian karena hasil dari penelitian ini yaitu data citra NDVI adalah berupa model maka perlu melakukan validasi lapangan untuk memastikan keakuratan hasil pengolahan dengan kondisi vegetasi yang sebenarnya. Hal ini dapat dilakukan dengan perbandingan hasil lapangan dengan citra yang telah diolah. Selain itu, melakukan analisis lebih lanjut terhadap wilayah pinggiran sungai yang menunjukkan kepadatan vegetasi rendah meskipun dekat dengan sumber air. Hal ini dapat melibatkan survei lapangan untuk memahami aktivitas manusia dan potensi dampaknya terhadap ekosistem Sungai.

Dari aspek keberlanjutannya, perlu dilakukan pemantauan periodik menggunakan citra satelit untuk mengamati perubahan kondisi vegetasi. Ini dapat membantu dalam mendeteksi perubahan yang mungkin terjadi seiring waktu dan mengidentifikasi faktor-faktor penyebabnya. Terakhir, mengintegrasikan data dari sumber lain, seperti data iklim, tanah, atau kegiatan manusia, untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kesehatan vegetasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aklilu Tesfaye, A., & Gessesse Awoke, B. (2021). Evaluation of the saturation property of vegetation indices derived from sentinel-2 in mixed crop-forest ecosystem. *Spatial Information Research*, 29(1), 109–121. <https://doi.org/10.1007/s41324-020-00339-5>
- Corbane, C., Politis, P., Kempeneers, P., Simonetti, D., Soille, P., Burger, A., Pesaresi, M., Sabo, F., Syrris, V., & Kemper, T. (2020). A global cloud free pixel- based image composite from Sentinel-2 data. *Data in Brief*, 31, 105737. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105737>
- Ginting, D. N. B., & Faristyan, R. (2020). Deteksi Tipe Dan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Analisis Digital Citra Penginderaan Jauh. *Geomatika*, 26(1), 17. <https://doi.org/10.24895/jig.2020.26-1.977>
- Herawati, E. (2020). Permodelan Erosi di Daerah Aliran Sungai Dengan Menggunakan Penginderaan Jarak Jauh. *Researchgate.Net*, April.
- Izah, A., Shafarani, F. K., Afrianto, F., & Permana, M. (2023). Hubungan Antara Kepadatan Vegetasi Dan Land Surface Temperature Di Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Plano Buana*, 4(1), 12–21. <https://doi.org/10.36456/jpb.v4i1.7533>
- Kurniadin, N., Yani, M., Nurgiantoro, N., Annafiyah, A., Prasetya, F. V. A. S., Insanu, R. K., Wumu, R., & Suryalfihra, S. I. (2022). Deteksi Perubahan Suhu Permukaan Tanah dan Hubungannya dengan Pengaruh Albedo dan NDVI Menggunakan Data Satelit Landsat-8 Multitemporal di Kota Palu Tahun 2013 - 2020. *Geoid*, 18(1), 82. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v18i1.13157>
- Lasaiba, M. A. (2022). Pemanfaatan Citra Landsat 8 Oli/Tirs Untuk Identifikasi Erapatan Vegetasi Menggunakan Metode Normalized Difference Vegetation Index (Ndvi) Di Kota Ambon. In *JURNAL GEOGRAFI Geografi dan Pengajarannya* (Vol. 20, Issue 1). <https://doi.org/10.26740/jggp.v20n1.p53-65>
- Latuconsina, R., Mardiatmoko, G., & Putuhena, J. D. (2020). Variation of Ndvi Vegetation Index in Landscape Change of Ambon City, Maluku Province. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 4(1), 1–13. <https://doi.org/10.30598/jhppk.2020.4.1.1>
- Mahesti, T., Umar, E., Ariadi, A., Prasetyo, S. Y. J., & Fibriani, C. (2020). Identifikasi Perubahan Tutupan Vegetasi dan Curah Hujan Kabupaten Semarang Menggunakan Citra Saltelit Lansat 8. *Indonesian Journal of Modeling and Computing*, 3(1), 30–42.
- Nadzirah, R., Indarto, I., & Brillyansyah, D. F. (2022). KLASIFIKASI PENGGUNAAN LAHAN KELAS SAWAH BERBASIS DATA CITRA SENTINEL-2 DENGAN ALGORITMA MLC: STUDI KASUS KABUPATEN JEMBER TAHUN 2019. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 10(1), 24–38. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v10i1.319>
- Nursaputra, M., Halimah Larekeng, S., Siady Hamzah, A., Subhan Mustari, A., Rahman Arif, A., Prio Ambodo, A., Lawang, Y., Ardiansyah Program Studi Kehutanan, A., & Nursaputra Program Studi Kehutanan, M. (2021). Pemanfaatan Penginderaan Jauh Dalam Penilaian Keberhasilan Reklamasi di Lahan Pasca Tambang PT. Vale

- Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 11(1), 39–48.
- Prayoga, M. P. (2017). Analisis Spasial Tingkat Kekeringan Wilayah Berbasis Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 1–96.
- Saleha, A. N., Cahyadi, F. D., & Sasongko, A. S. (2023). Perubahan Lahan Mangrove di Pesisir Utara Teluk Banten. *Journal of Marine Research*, 12(4), 727–736. <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i4.40294>
- Segarra, J., Buchailot, M. L., Araus, J. L., & Kefauver, S. C. (2020). Remote sensing for precision agriculture: Sentinel-2 improved features and applications. *Agronomy*, 10(5), 1–18. <https://doi.org/10.3390/agronomy10050641>
- Singgale, Y. A., Pariwisata, P. S., Katolik, U., Atma, I., Utara, K. K., Utara, K. H., Utara, P. M., Lahan, P., & Analysis, S. (2023). Penerapan Metode Spatio-Temporal Analysis dalam Analisis Dinamika Tutupan dan Penggunaan Lahan Berbasis NDVI dan NDWI. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika Dan Komputer*, 4(2), 1052–1061. <https://doi.org/10.30865/klik.v4i2.1313>
- Suwargana, N. (2013). Temporal Dan Spektral Pada Citra Satelit Landsat, Spot Dan Ikonos. *Jurnal Ilmiah Widya*, 1(2), 167–174.
- Syaputra, R., & Soesanti, I. (2017). Teknologi Dan Aplikasi Elektromagnetik. In *LP3M UMY Yogyakarta*.

Utilization of Electromagnetic Radiation in Remote Sensing for Vegetation Health Analysis Based on NDVI Approach Using Sentinel-2 Imagery

ORIGINALITY REPORT

11%	11%	1%	8%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universitas Sebelas Maret Student Paper	5%
2	123dok.com Internet Source	3%
3	web.unbc.ca Internet Source	1%
4	journalfkipunipa.org Internet Source	1%
5	repo-dosen.ulm.ac.id Internet Source	1%
6	jurnal.lapan.go.id Internet Source	1%

Exclude quotes	On	Exclude matches	< 1%
Exclude bibliography	On		