

# Analisis Kerapatan Vegetasi Kecamatan Ambarawa dengan Algoritma NDVI

Mohammad Alifian Rafsanjani <sup>1\*</sup>, Frederik Samuel Papilaya <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Kristen Satya Wacana, Indonesia

## ARTICLE INFO

### Article history:

Received 10 June 2024  
Accepted 4 October 2024  
Available online 31  
December 2024

### Kata Kunci:

NDVI; Penginderaan Jauh;  
Vegetasi

### Keywords:

NDVI; Remote Sensing;  
Vegetation

## ABSTRAK

Vegetasi memiliki banyak manfaat bagi manusia dan lingkungan sekitar. Seiring perkembangan infrastruktur, suatu wilayah mengalami perubahan fungsi lahan yang dimilikinya, yang erat dengan kesejahteraan manusia, seperti halnya di Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang. Selain itu perubahan iklim juga dapat mempengaruhi tingkat kerapatan vegetasi. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk memahami tingkat kerapatan vegetasi antara curah hujan rendah dan curah hujan tinggi di Kecamatan Ambarawa tahun 2019 dan 2022 menggunakan metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dengan membandingkan pancaran sinar merah dan inframerah dengan klasifikasi awan dan air, non-vegetasi, vegetasi tidak rapat, vegetasi cukup rapat, dan vegetasi rapat. Pada tahun 2019 dengan curah hujan sebesar 599 mm<sup>2</sup>, sebaran nilai NDVI di Kecamatan Ambarawa berada di rentang -0,50 – 0,79. Sedangkan pada tahun 2022 kerapatan vegetasi berada di rentang -0,28 – 0,84 dengan peningkatan signifikan pada kelas vegetasi rapat sebesar 10,21%. Penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan iklim sangat mempengaruhi tingkat kerapatan vegetasi dan lingkungan sekitar.

## ABSTRACT

Vegetation has many benefits for humans and the surrounding environment. As infrastructure develops, an area experiences changes in the function of its land, which is closely related to human welfare, as is the case in Ambarawa District, Semarang Regency. Apart from that, climate change can also affect the level of vegetation density. The aim of this research is to determine the level of vegetation density between low rainfall and high rainfall in Ambarawa District in 2019 and 2022 using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) method by comparing the reflection of red and infrared rays with the classification of clouds and water, non-vegetation, not dense vegetation, quite dense vegetation, and dense vegetation. In 2019, with rainfall of 599 mm<sup>2</sup>, the dissemination of NDVI values in Ambarawa District was in the range -0,50 – 0,79. Meanwhile, in 2022, vegetation density will be in the range -0,28 – 0,84 with a significant increase in the dense vegetation class of 10,21%. This research shows that climate change greatly affects the level of vegetation density and the surrounding environment.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2024 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.



\* Corresponding author.

E-mail addresses: [alifianrafsanjani@gmail.com](mailto:alifianrafsanjani@gmail.com), [samuel.papilaya@uksw.edu](mailto:samuel.papilaya@uksw.edu)

## 1. Pendahuluan

Keberadaan vegetasi atau tumbuhan pada suatu wilayah memberikan banyak manfaat. Secara umum manfaat vegetasi pada lingkungan berhubungan dengan kontrol keseimbangan kualitas oksigen di udara, pemulihan sifat fisik, kimia dan biologi tanah, pengaturan sistem air tanah, dan lain-lain (Toradmal et al., 2019). Dengan adanya ruang hijau tidak hanya memberikan manfaat pada lingkungan, seperti menjaga keanekaragaman hayati, mengurangi efek pemanasan global, serta menyediakan sumber udara dan air bersih. Namun, juga memberikan dampak penting untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat, seperti memberikan tempat rekreasi, meningkatkan hubungan sosial, dan meningkatkan kesehatan fisik maupun mental. Seiring perkembangan infrastruktur, suatu wilayah akan mengalami perubahan fungsi lahan yang dimilikinya, yang erat dengan kesejahteraan manusia dan keberlanjutan lingkungan. Hal tersebut tentunya dapat berdampak pada penurunan kualitas lingkungan bilamana pengalokasian vegetasi dan ruang penggunaan lahan tidak diterapkan secara efektif. Pembukaan kawasan vegetasi yang tidak teratur bisa menyebabkan berbagai kerusakan dan permasalahan pada kawasan tersebut, seperti banjir, pengikisan tanah, kekeringan, kenaikan temperatur dan penurunan kualitas lingkungan. Terlebih lagi, vegetasi yang baik di dalam kawasan memberikan nilai tambah dan menjamin kenyamanan udara yang konsisten (Hardianto et al., 2021).

Pemahaman dan pengelolaan yang baik terhadap kesehatan vegetasi menjadi kunci dalam mencapai harmoni antara kebutuhan manusia dan keberlanjutan lingkungan. Seperti contohnya di Ambarawa, Kabupaten Semarang. Ambarawa merupakan sebuah kota kecamatan di Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Berdasarkan data dari BPS yang diambil tahun 2023, Kecamatan Ambarawa memiliki luas sebesar 28,21 km<sup>2</sup>. Kecamatan Ambarawa terletak di ketinggian 514 mdpl, dimana hal tersebut memberikan kawasan ini iklim yang sejuk dan udara yang segar. Kecamatan Ambarawa terbagi dalam 10 kelurahan / desa, diantaranya adalah Kelurahan Lodoyong, Kelurahan Baran, Kelurahan Tambakboyo, Kelurahan Ngampin, Kelurahan Kupang, Kelurahan Pojoksari, Kelurahan Kranggan, Kelurahan Panjang, Desa Bejalen, dan Desa Pasekan. Kecamatan Ambarawa memiliki suhu rata-rata sekitar 30°C. Kecamatan Ambarawa berbatasan langsung dengan Kecamatan Bandungan di sebelah utara, Kecamatan Banyubiru dan Danau Rawa Pening di sebelah Selatan, Kecamatan Bandungan di sebelah barat, dan Kecamatan Bawen di sebelah timur (BPS Kecamatan Ambarawa, 2023).

Keindahan alam di Kecamatan Ambarawa dan sekitarnya termasuk perbukitan dan kebun teh, menambah daya tarik kawasan ini sebagai destinasi wisata. Vegetasi di Ambarawa, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah, bervariasi tergantung pada faktor-faktor seperti iklim, topografi, dan penggunaan lahan. Secara umum, daerah dataran sedang seperti Ambarawa cenderung mendukung pertumbuhan berbagai jenis vegetasi. Namun, secara umum, vegetasi di daerah dataran sedang seperti Ambarawa di Jawa Tengah dapat mencakup berbagai jenis pohon kayu keras. Keberadaan hutan-hutan, perkebunan, dan lahan pertanian di sekitar Ambarawa juga dapat mempengaruhi jenis-jenis vegetasi yang dapat ditemui. Selain itu, vegetasi memiliki keterkaitan yang erat dengan perubahan iklim, menciptakan dinamika yang kompleks dalam ekosistem, yang mana perubahan iklim dapat mempengaruhi tingkat kerapatan vegetasi (Suhadi et al., 2023). Perubahan iklim yang berkepanjangan dapat menyebabkan peningkatan pada curah hujan atau dapat juga menyebabkan lamanya musim kemarau di suatu wilayah.

Dalam menganalisa tingkat kerapatan vegetasi di suatu wilayah dapat menerapkan pendekatan penginderaan jauh. Penginderaan jauh ialah proses pengumpulan informasi mengenai suatu objek, dengan cara mengkaji data dari objek tersebut tanpa bersentuhan langsung dengan objek yang diteliti (Humam et al., 2020). Penginderaan jauh hingga saat ini masih menjadi teknologi paling mutakhir karena memiliki akurasi data yang baik dan resolusi yang tinggi. Salah satu sumber data yang dapat digunakan dalam pengimplementasian penginderaan jauh adalah citra satelit. Dalam penelitian ini citra satelit yang digunakan adalah citra satelit Landsat-8 OLI. Citra Landsat-8 OLI dirasa cocok dalam penelitian ini karena tingkat ketelitiannya yang baik dalam mengkaji tingkat kerapatan vegetasi. Metode yang dipilih dalam studi kasus ini adalah Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Metode ini dipilih karena akurasinya yang tinggi dalam mengklasifikasi kelas vegetasi sehingga dalam menganalisa kerapatan vegetasi di Kecamatan Ambarawa dapat menghasilkan data yang akurat. Berdasarkan penelitian terdahulu, metode NDVI sangat penting dalam analisis kerapatan vegetasi karena kemampuannya untuk memberikan informasi yang akurat dan efisien mengenai kondisi vegetasi di berbagai jenis lahan (Andini et al., 2018). Metode ini sangat cocok digunakan untuk memantau kerapatan vegetasi dalam rentang waktu tertentu, selain itu metode ini juga cocok digunakan untuk mendeteksi tingkat kesehatan vegetasi karena sangat sensitif dengan klorofil sehingga dapat memancarkan faktor kerapatan daun dengan baik (Wijaya et al., 2019). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami tingkat kerapatan vegetasi antara curah hujan rendah dan curah hujan tinggi di Kecamatan Ambarawa tahun 2019 dan 2022 serta bagaimana perbedaan tingkat kerapatan vegetasinya.

## 2. Metode

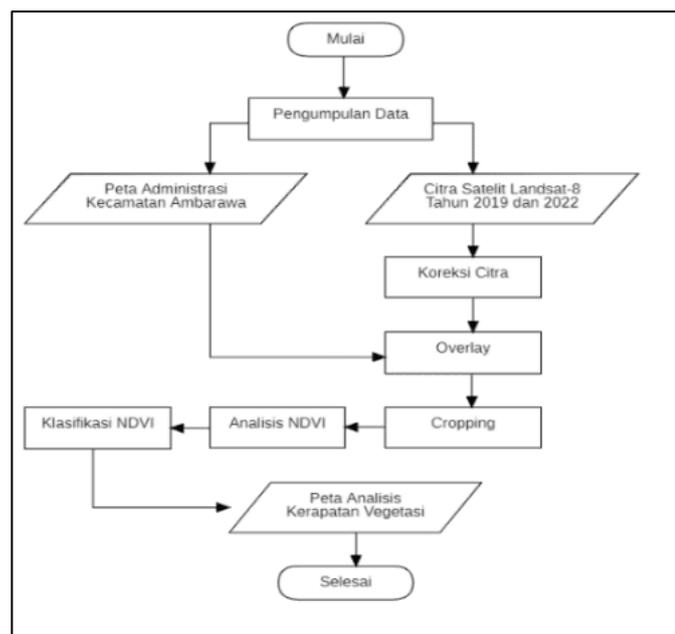
Kegiatan penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan sumber data dari citra satelit Landsat-8 OLI dan metode klasifikasi Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) untuk melakukan analisis perubahan kerapatan vegetasi dari tahun ke tahun (Andini et al., 2018). Dalam menentukan kelas kerapatan vegetasi dengan akurat, maka metode NDVI dapat digunakan untuk mengidentifikasi wilayah yang bervegetasi maupun yang tidak bervegetasi. Dengan menggunakan metode ini maka dapat diketahui berapa tingkat kerapatan vegetasi (Dharma et al., 2022). Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah data sekunder, dimana data citra satelit Landsat-8 OLI yang diambil adalah data tahun 2019 dengan curah hujan pada tahun 2019 sebesar 599 mm<sup>2</sup> untuk merepresentasikan musim kemarau panjang dan tahun 2022 dengan curah hujan sebesar 2202 mm<sup>2</sup> untuk merepresentasikan musim hujan yang lama dengan studi kasus Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah (semarangkab.bps.go.id, 2023). Dari kedua data citra tersebut dapat diketahui perubahan kerapatan vegetasi Kecamatan Ambarawa dilihat dari perubahan cuaca dan perbedaan curah hujan. Karakteristik citra Landsat-8 OLI dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.**

Karakteristik Band Landsat-8 OLI

Band	Wavelengths (micrometers)	Resolutions (meters)
Band 1 – Coastal Aerosol	0.43 – 0.45	30
Band 2 – Blue	0.45 – 0.51	30
Band 3 – Green	0.53 – 0.59	30
Band 4 – Red	0.64 – 0.67	30
Band 5 – Near Infrared (NIR)	0.85 – 0.88	30
Band 6 – SWIR 1	1.57 – 1.65	30
Band 7 – SWIR 2	2.11 – 2.29	30
Band 8 – Panchromatic	0.50 – 0.68	15
Band 9 – Cirrus	1.36 – 1.38	30
Band 10 – Thermal Infrared 1 (TIRS 1)	10.60 – 11.19	100
Band 11 – Thermal Infrared 2 (TIRS 2)	11.50 – 12.51	100

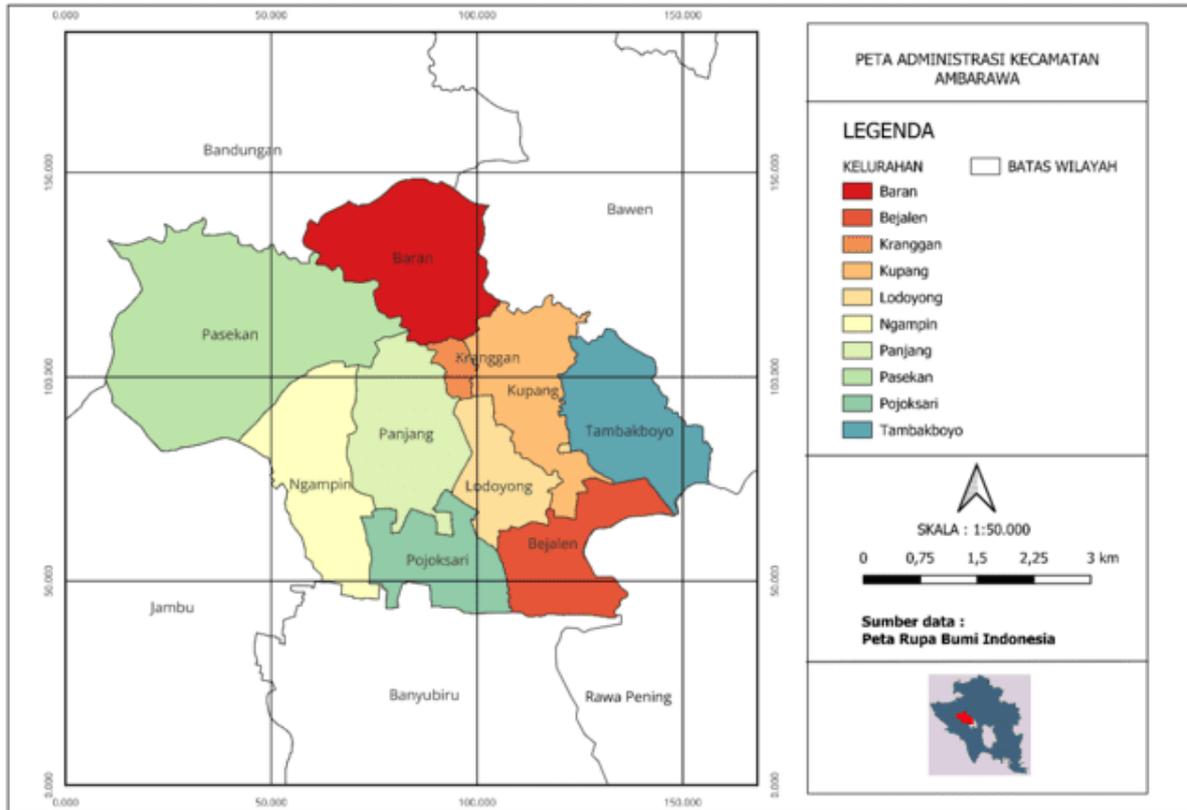
Data citra yang digunakan pada penelitian ini adalah band 4 yang memancarkan gelombang merah dengan panjang gelombang 0.64 hingga 0.67 mikrometer dan band 5 yang memancarkan gelombang *Near Infrared* (NIR) dengan panjang gelombang 0.85 hingga 0.88 mikrometer. Apabila kedua band tersebut digabungkan maka akan menghasilkan citra yang memancarkan indeks vegetasi. Penelitian ini dilakukan menggunakan aplikasi QGIS versi 3.36.2 *Maidenhead* dengan melakukan analisis dan penghitungan klasifikasi berdasarkan warna untuk melihat perubahan kerapatan vegetasi. Tahap-tahap penelitian yang dilakukan digambarkan dalam diagram alir seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram alur penelitian

**Pengumpulan Data**

Tahap pertama yang dilakukan adalah pengumpulan data. Data yang diambil adalah data vektor peta administrasi Kecamatan Ambarawa yang diambil dari Peta Rupa Bumi Indonesia. Selanjutnya, data citra yang diambil dari situs USGS (United States Geological Survey) pada halaman <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Data citra satelit yang diambil adalah data citra satelit Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang pada tahun 2019 dan data pada tahun 2022 dengan path 120 dan row 065. Peta administrasi Kecamatan Ambarawa dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Peta Administrasi Kecamatan Ambarawa

**Koreksi Radiometrik Citra**

Tahap berikutnya adalah melakukan koreksi radiometrik citra yang dilakukan hingga tahap atmosferik. Koreksi ini menghilangkan pengaruh atmosfer terhadap citra satelit dengan menggunakan metode *Dark Object Subtraction (DOS)* yang dilakukan menggunakan plugin *semi-automatic classification*.

**Cropping dan Overlay**

Selanjutnya yang dilakukan adalah pemotongan pada citra yang bertujuan untuk memfokuskan ke area mana yang akan diteliti, sesuai dengan peta administrasi Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang.

**Analisis NDVI**

Tahap berikutnya adalah melakukan analisis data dengan menggunakan metode NDVI untuk mendapatkan nilai indeks kerapatan vegetasi di Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang.

Nilai NDVI didapatkan dari penghitungan NIR dan Red yang dipancarkan oleh tumbuhan (Que et al., 2019). Sebagaimana seperti rumus yang ada di bawah ini :

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

Keterangan :

NDVI : *Normalized Difference Vegetation Index*

NIR : *Near-Infrared*

RED : Sinar merah

**Klasifikasi NDVI**

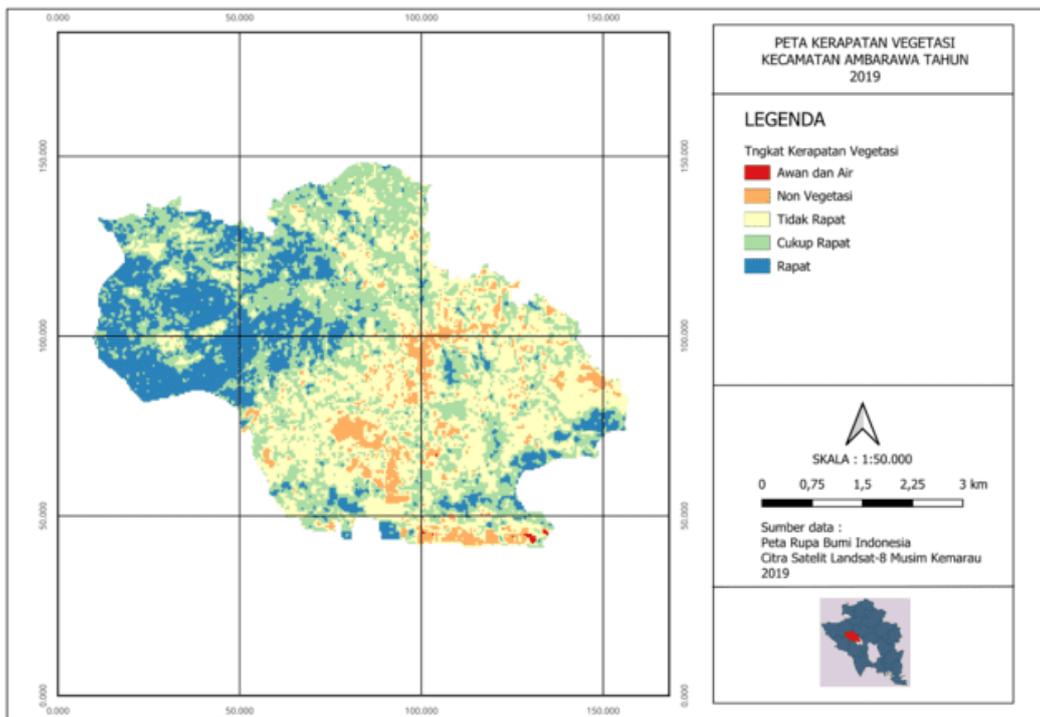
Dari hasil penghitungan tersebut kemudian dapat dilakukan klasifikasi nilai NDVI seperti pada Tabel 2 (Sunaryo & Iqmi, 2015).

**Tabel 2.**  
Tabel Klasifikasi NDVI

Klasifikasi Kerapatan Vegetasi	Nilai NDVI
Awan dan Air	-2.00 - 0.00
Non-Vegetasi	0.00 - 0.21
Tidak Rapat	0.21 - 0.42
Cukup Rapat	0.42 - 0.63
Rapat	0.63 - 0.85

**3. Hasil dan pembahasan**

Indeks vegetasi adalah suatu algoritma yang digunakan pada citra yang berfokus pada kerapatan vegetasi atau hal yang berhubungan dengan kerapatan lainnya, misalnya biomassa, indeks luas daun, kandungan klorofil, dan lain-lain. Secara praktis, indeks vegetasi merupakan suatu penghitungan matematis yang mencakup beberapa saluran pita secara bersamaan, dan menghasilkan citra baru yang lebih sesuai dalam penyajian kerapatan vegetasi (Arnanto, 2015). Jika ditinjau berdasarkan klasifikasinya, semakin besar kerapatan vegetasi nya, maka semakin besar indeks NDVI nya (Irawan & Sirait, 2018). Berdasarkan hasil dari pengolahan data citra satelit Landsat-8 OLI Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang yang dilakukan, didapat hasil nilai kerapatan vegetasi dengan metode NDVI pada tahun 2019 dan 2022 yang meliputi awan dan air, lahan non vegetasi, vegetasi tidak rapat, vegetasi cukup rapat, dan vegetasi rapat. Klasifikasi kerapatan vegetasi pada tahun 2019 dapat dilihat pada Gambar 3.



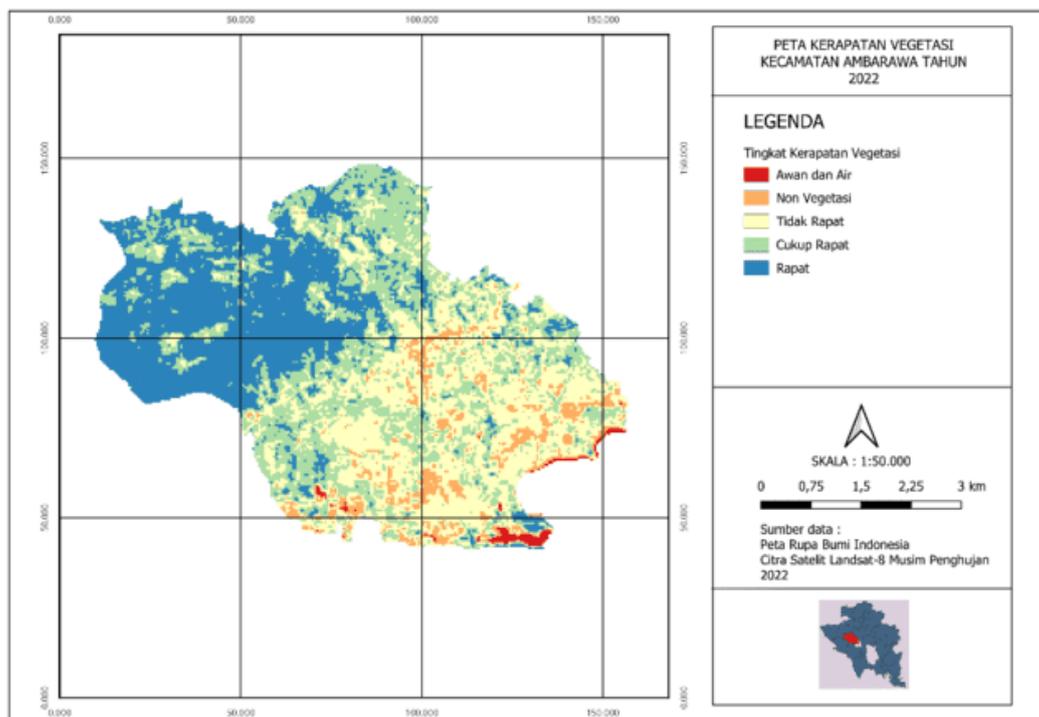
**Gambar 3.** Peta Kerapatan Vegetasi tahun 2019

Persebaran nilai NDVI di Kecamatan Ambarawa pada tahun 2019 berkisar antara -0,31 - 0,79. Hasil analisis data citra menunjukkan bahwa nilai kerapatan vegetasi paling dominan adalah vegetasi tidak rapat dengan luas 1015,99 Ha, dengan rentang nilai vegetasi 0,21 - 0,42. Area tersebut mencakup 36,12% dari total luas kecamatan Ambarawa yaitu 2812,81 Ha. Berikutnya adalah vegetasi cukup rapat dengan luas 1010,32 Ha dengan rentang nilai vegetasi 0,42 - 0,63 memiliki persentase sebesar 35,92% dari total luas Kecamatan Ambarawa. Kemudian nilai vegetasi rapat dengan rentang nilai 0,63 - 0,79 yang memiliki luas 593,42 Ha dengan persentase 21,1% dari luas total kecamatan Ambarawa. Nilai kerapatan non-vegetasi seluas 190,57

Ha memiliki persentase sebesar 6,78%. Kemudian klasifikasi awan dan air dengan luas sebesar 2,52 Ha dengan persentase 0,09%. Untuk klasifikasi lengkap dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.**  
Tabel Klasifikasi NDVI 2019

Klasifikasi Kerapatan Vegetasi	Nilai NDVI	Luas (Ha)	Persentase (%)
Awan dan Air	-0.31 - 0	2.52	0.09
Non-Vegetasi	0 - 0.21	190.57	6.78
Tidak Rapat	0.21 - 0.42	1015.99	36.12
Cukup Rapat	0.42 - 0.63	1010.32	35.92
Rapat	0.63 - 0.85	593.42	21.1
Total		2812.82	100



**Gambar 4.** Peta Kerapatan Vegetasi tahun 2022

Berdasarkan hasil pengolahan data, nilai NDVI tahun 2022 pada gambar 4, di Kecamatan Ambarawa berkisar antara -0,28 - 0,84. Nilai kerapatan vegetasi paling dominan adalah vegetasi rapat pada rentang 0,63 - 0,84 dengan luas 880,62 Ha yang memiliki persentase 31,31% dari total luas wilayah. Kemudian diikuti dengan vegetasi tidak rapat pada rentang 0,21 - 0,42 seluas 875,77 Ha dengan persentase 31,13%. Selanjutnya kelas vegetasi cukup rapat dengan rentang 0,42 - 0,63 seluas 859,01 Ha dengan persentase 30,54%. Kemudian pada kelas non-vegetasi dengan rentang 0 - 0,21 dengan luas sebesar 174,45 Ha memiliki persentase 6,2%, dan pada kelas awan dan air dengan luas 22,97 Ha dengan persentase 0,82% dari total luas wilayah Kecamatan Ambarawa. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.**  
Tabel Kerapatan NDVI 2022

Klasifikasi Kerapatan Vegetasi	Nilai NDVI	Luas (Ha)	Persentase (%)
Awan dan Air	-0.28 - 0	22.97	0.82
Non-Vegetasi	0 - 0.21	174.45	6.2
Tidak Rapat	0.21 - 0.42	875.77	31.13
Cukup Rapat	0.42 - 0.63	859.01	30.54
Rapat	0.63 - 0.85	880.62	31.31
Total		2812.21	100

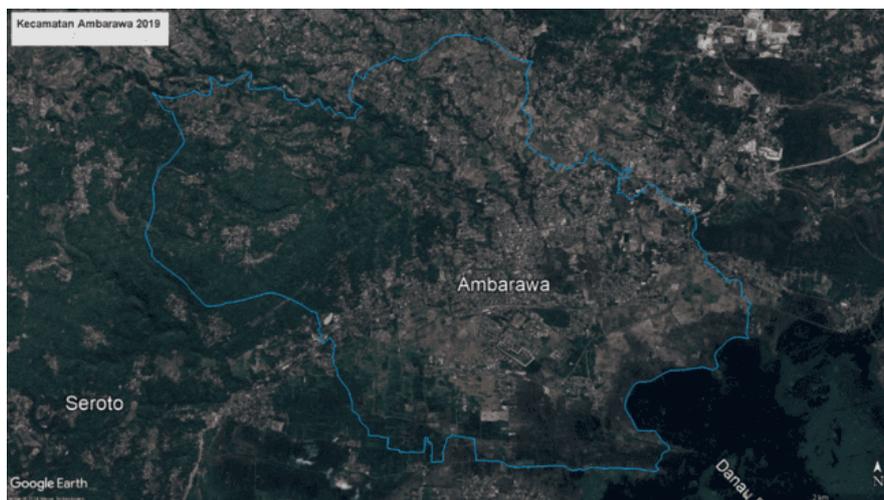
**Tabel 5.**

Tabel Perbandingan Kerapatan Vegetasi

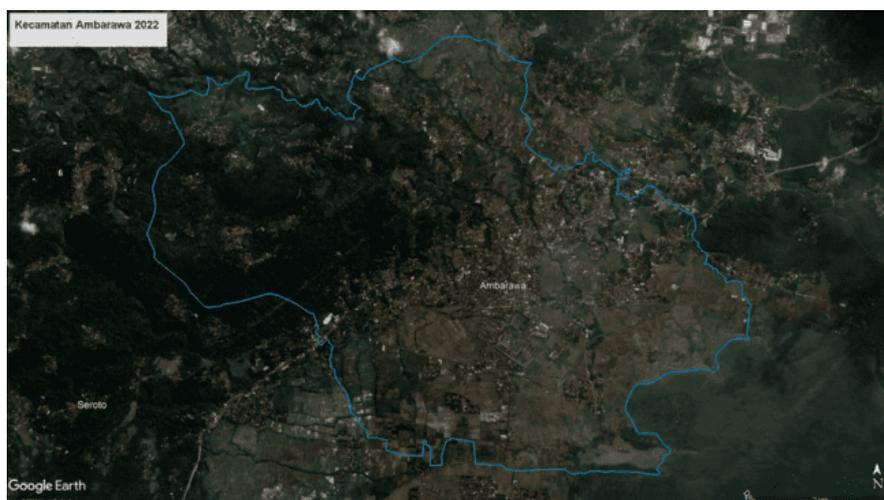
Klasifikasi	NDVI 2019		NDVI 2022		Selisih	Persentase Perubahan
	Luas (Ha)	Persentase (%)	Luas (Ha)	Persentase (%)		
Awan dan Air	2.52	0.09	22.97	0.82	20.45	0.73
Non-Vegetasi	190.57	6.78	174.45	6.2	-16.12	-0.58
Tidak Rapat	1015.99	36.12	875.77	31.13	-140.22	-4.99
Cukup Rapat	1010.32	35.92	859.01	30.54	-151.31	-5.38
Rapat	593.42	21.1	880.62	31.31	287.2	10.21

Berdasarkan pada tabel 5 terjadi perubahan signifikan pada kelas klasifikasi vegetasi rapat yang mengalami peningkatan signifikan sebesar 10,21% pada tahun 2022. Peningkatan juga terjadi pada kelas klasifikasi awan dan air yang meningkat sekitar 0,73%. Kemudian terdapat penurunan pada kelas vegetasi cukup rapat sebesar 5,38% dan penurunan pada kelas vegetasi cukup rapat sebesar 4,99% serta sedikit penurunan pada kelas non-vegetasi sebesar 0,58%. Dari nilai NDVI hasil pengolahan data tersebut diketahui bahwa pada musim penghujan nilai indeks vegetasi rapat meningkat cukup signifikan dibanding pada musim kemarau. Begitu pula pada kelas awan dan air yang mengalami peningkatan pada musim penghujan. Hal ini berpengaruh terhadap kelembaban dan kualitas udara yang dihasilkan, dimana pada musim penghujan kualitas udara akan meningkat akibat dari meningkatnya kerapatan vegetasi.

Selanjutnya dilakukan validasi citra dengan melakukan pengecekan menggunakan *Google Earth* untuk memastikan hasil penelitian kerapatan vegetasi. Data yang diambil merupakan kenampakan kecamatan Ambarawa tahun 2019 dan 2022 seperti pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Kecamatan Ambarawa Tahun 2019



Gambar 6. Kecamatan Ambarawa Tahun 2022

Dari gambar citra yang diambil dari *Google Earth* terlihat bahwa kondisi vegetasi di kecamatan Ambarawa tahun 2019 cenderung lebih kering daripada tahun 2022. Dapat dilihat bahwa pada tahun 2022, vegetasi di Kecamatan Ambarawa terlihat lebih pekat dan merata. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan di mana pada tahun 2019 pada kelas non-vegetasi, vegetasi tidak rapat, dan vegetasi cukup rapat memiliki luas yang lebih besar dibandingkan tahun 2022. Sedangkan untuk kelas vegetasi rapat pada tahun 2019 memiliki luas yang lebih sedikit dibandingkan tahun 2022.

#### 4. Simpulan dan saran

Persebaran nilai kerapatan vegetasi di Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang pada tahun 2019 berkisar an -0,31 hingga 0,79 dengan klasifikasi awan dan air sebesar 2,52 Ha, klasifikasi non-vegetasi dengan luas sebesar 190,57 Ha, klasifikasi vegetasi tidak rapat sebesar 1015,99 Ha, dan klasifikasi cukup rapat sebesar 1010,32 Ha serta klasifikasi rapat sebesar 593,42 Ha. Pada tahun 2022 tingkat kerapatan vegetasi berkisar antara -0,28 - 0,84 terdapat perubahan pada klasifikasi vegetasi rapat sebesar 880,62 Ha, pada klasifikasi awan dan air sebesar 22,97 Ha, pada klasifikasi tidak rapat sebesar 875,77 Ha, dan pada vegetasi cukup rapat sebesar 859,01 Ha serta pada non-vegetasi sebesar 174,45 Ha, sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat kerapatan vegetasi dapat dipengaruhi oleh curah hujan di suatu wilayah. Penelitian selanjutnya dapat melakukan uji akurasi di lapangan dan melakukan wawancara kepada pihak terkait untuk hasil yang lebih baik dibandingkan hasil analisis melalui penginderaan jauh.

#### Daftar Rujukan

- Andini, S., Prasetyo, Y., & Sukmono, A. (2018). Analisis Sebaran Vegetasi dengan Citra Satelit Sentinel menggunakan Metode NDVI dan Segmentasi (Studi Kasus: Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), 14–24. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/19295>
- Arnanto, A. (2015). Pemanfaatan Transformasi Normalized Difference Vegetation Index(Ndvi) Citra Landsat Tm Untuk Zonasi Vegetasi Di Lereng Merapi Bagian Selatan. *Geomedia: Majalah Ilmiah Dan Informasi Kegeografian*, 11(2), 155–170. <https://doi.org/10.21831/gm.v11i2.3448>
- BPS Kecamatan Ambarawa. (2020). *Kecamatan Ambarawa Dalam Angka 2020*.
- Dharma, F., Aulia, A., Shubhan, F., & Ridwana, R. (2022). Pemanfaatan Citra Sentinel - 2 Dengan Metode NDVI Untuk Perubahan Kerapatan Vegetasi Mangrove Di Kabupaten Indramayu. *J Pendidikan Geografi Undiksha*, 10(2), 155–165.
- Hardianto, A., Dewi, P. U., Feriansyah, T., Fadillah, N., & Sari, S. (2021). *Pemanfaatan Citra Landsat 8 Dalam Mengidentifikasi Nilai Indeks Kerapatan Vegetasi ( NDVI ) Tahun 2013 dan 2019 ( Area Studi : Kota Bandar Lampung )*. 2(1), 8–15.
- Humam, A., Hidayat, M., Nurrochman, A., Anestatia, A. I., Yuliantina, A., & Aji, S. P. (2020). Identifikasi Daerah Kerawanan Kebakaran Hutan dan Lahan Menggunakan Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh di Kawasan Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 1(1), 32–42. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2020.v1i1.14>
- Irawan, S., & Sirait, J. (2018). Perubahan Kerapatan Vegetasi Menggunakan Citra Landsat 8 Di Kota Batam Berbasis Web. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 10(2), 174. <https://doi.org/10.21107/jk.v10i2.2685>
- Que, V. K. S., Prasetyo, S. Y. J., & Fibriani, C. (2019). Analisis Perbedaan Indeks Vegetasi Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dan Normalized Burn Ratio (NBR) Kabupaten Pelalawan Menggunakan Citra Satelit Landsat 8. *Indonesian Journal of Modeling and Computing*, 1–7.
- semarangkab.bps.go.id. (2023). *Tinggi Tempat Curah Hujan dan Hari Hujan Menurut Kecamatan di Kabupaten Semarang Tahun 2021-2023*. Semarangkab.Bps.Go.Id.
- Suhadi, S., Mabruroh, F., Wiyanto, A., & Ikra, I. (2023). Analisis Fenomena Perubahan Iklim Terhadap Curah Hujan Ekstrim. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 94–100. <https://doi.org/10.37478/optika.v7i1.2738>
- Sunaryo, D. K., & Iqmi, M. Z. (2015). Pemanfaatan Citra Landsat 8 Untuk Pendeteksian Dan Mengetahui Hubungan Kerapatan Vegetasi Terhadap Suhu Permukaan (Studi Kasus : Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung). *Spectra*, XIII(25), 55–72. <http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/1133>
- Toradmalle, D., Muthukuru, J., & Sathyanarayana, B. (2019). Certificateless and provably-secure digital signature scheme based on elliptic curve. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 9(4), 3228–3231. <https://doi.org/10.11591/ijece.v9i4.pp3228-3231>
- Wijaya, Alfi Dian Ranu, Hani'ah, Bashit, N. (2019). Studi Perbandingan Metode Arvi, Evi 2 Dan Ndvi Untuk Penentuan Kerapatan Tajuk Dalam Identifikasi Lahan Kritis Di Kabupaten Boyolali (Studi Kasus: Kecamatan Ampel, Kecamatan Cepogo, Kecamatan Selo dan Kecamatan Musuk Kabupaten Boyolali). *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 358–367. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jgundip.2019.22598>