

PEMANFAATAN CITRA SENTINEL-2 DENGAN METODE NDVI UNTUK PERUBAHAN KERAPATAN VEGETASI MANGROVE DI KABUPATEN INDRAMAYU

Febriansyah Dharma¹, Andara Aulia², Fahmi Shubhan³, Riki Ridwana⁴, Lili Somantri⁵

Sains Informasi Geografi, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 25 Desember 2021
Received in revised form
28 July 2022
Accepted 25 August 2022
Available online 12
September 2022

Kata Kunci:

*Normalized Differenced
Vegetation Index;*
Mangrove;
Klasifikasi

Keywords:

*Normalized Differenced
Vegetation Index;*
Mangroves;
Classification

ABSTRAK

Kabupaten Indramayu merupakan salah satu kabupaten yang memiliki kawasan hutan yang cukup luas. Diantara hutan yang ada di Indramayu diantaranya merupakan kawasan hutan mangrove yang berada di pesisir utara Kabupaten Indramayu. Perubahan kawasan hutan di daerah tersebut berpeluang mengalami perubahan kerapatan vegetasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana perubahan nilai indeks vegetasi pada hutan mangrove yang ada di Kabupaten Indramayu. Metode penelitian yang digunakan dalam mengukur kerapatan atau tingkat kehijauan hutan mangrove yaitu menggunakan metode indeks vegetasi seperti *Normalized Different Vegetation Index (NDVI)*. NDVI menjadi indikator untuk mengukur *biomass* daun hijau dan indeks luas daun untuk klasifikasi vegetasi mangrove di Kabupaten Indramayu. Informasi perubahan kerapatan vegetasi dapat diketahui dari informasi yang ditampilkan pada citra tahun 2018 dan tahun 2020. Dengan metode transformasi NDVI, yang menghasilkan kerapatan 5 kelas dengan dominan kelas kerapatan sangat tinggi pada tahun 2018 memiliki luas 916.97 ha dan tahun 2021 menjadi 1051.48 ha. Perubahan kerapatan mangrove yang terjadi pada kelas kerapatan sangat rendah mengalami penurunan sebesar 16.71 ha, kelas kerapatan rendah mengalami

penurunan sebesar 61.99 ha, untuk kelas kerapatan sedang mengalami penurunan sebesar 28.04 ha, untuk kelas kerapatan tinggi mengalami penurunan sebesar 26.7 ha, sedangkan untuk kelas kerapatan sangat tinggi mengalami kenaikan sebesar 134.51 ha. Perubahan kerapatan vegetasi di Kabupaten Indramayu terjadi karena beberapa faktor yang mempengaruhi seperti aktivitas perubahan lahan hutan menjadi tambak ataupun karena faktor alam.

ABSTRACT

Indramayu Regency is one of the regencies that has a fairly large forest area. Among the forests in Indramayu, one of them is a mangrove forest area on the north coast of Indramayu Regency. Changes in the forest area in the area have the opportunity to experience changes in vegetation density. This study aims to analyze how the changes in the value of the vegetation index in mangrove forests in Indramayu Regency. The research method used to measure the density or greenness of mangrove forests is to use a vegetation index method such as the *Normalized Different Vegetation Index (NDVI)*. NDVI is an indicator for measuring green leaf biomass and leaf area index for the classification of mangrove vegetation in Indramayu Regency. Information on changes in vegetation density can be seen from the information displayed on the 2018 and 2020 images. With the NDVI transformation method, which produces a density of 5 classes with a very high density class dominant in 2018 having an area of 916.97 ha and in 2021 it becomes 1051.48 ha. Changes in mangrove density that occur in the very low density class have decreased by 16.71 ha, the low density class has decreased by 61.99 ha, for the medium density class it has decreased by 28.04 ha, for the high density class it has decreased by 26.7 ha, while for the very density class it has decreased. Height increased by 134.51 ha. Changes in vegetation density in Indramayu Regency occur due to several influencing factors such as the activity of changing forest land into ponds or due to natural factors.

Copyright © Universitas Pendidikan Ganesha. All rights reserved.

¹ Corresponding author.

E-mail addresses: febridharma839@gmail.com / andaraau@upi.edu

1. Pendahuluan

Kabupaten Indramayu berdasarkan letak astronomis berada pada 107°52'-108°36' BT dan 6°15'-6°40' LS. Indramayu memiliki topografi dengan kemiringan lereng 0-2%. Hutan mangrove di Kabupaten Indramayu sendiri memiliki luas 12.393,55 Ha dimana 8.023,55 Ha merupakan hutan lindung dan 4.370 Ha merupakan hutan di luar kawasan lindung. Panjang garis pantai kabupaten indramayu mencapai 114,1 Km, lebih dari 2.153 Ha wilayah pesisir hilang terkena abrasi. Oleh karena itu hutan mangrove sangat berperan penting agar tidak ada lagi pantai yang mengalami abrasi. Selain itu, mangrove dapat melestarikan ekosistem plankton dan meningkatkan produksi ikan yang ada.

Berdasarkan beberapa sumber, terdapat beberapa perbedaan terkait definisi dari hutan. Menurut Undang-Undang No. 41 Tahun 1999, Hutan merupakan suatu ekosistem berupa hamparan sumber daya alam hayati yang didominasi oleh pepohonan dan persekutuan lingkungannya, di mana satu dengan yang lainnya tidak dapat dipisahkan (No.41, 2004). Akan tetapi, menurut FAO pada tahun 2000, definisi hutan adalah suatu lahan yang memiliki luas 0,5 ha yang ditumbuhi oleh pepohonan dengan persentase penutup tajuk minimal 10% yang ada pada usia dewasa dengan tinggi minimal 5 meter. Berdasarkan apa yang disampaikan oleh FAO, segala bentuk lahan yang ditumbuhi pepohonan dengan persentase 10% dapat disebut dengan hutan sedangkan yang tidak memenuhi persyaratan yang telah disebutkan oleh FAO, maka tidak termasuk ke dalam definisi hutan. Dengan adanya definisi berdasarkan FAO, maka untuk menentukan lahan berupa hutan lebih mudah. Pada kenyataannya, definisi dari hutan itu sendiri masih diperdebatkan dalam beberapa penelitian, definisi hutan yang diperdebatkan tersebut pada umumnya terjadi untuk jenis tanaman kelapa sawit (Sambodo, *et al.*, 2014).

Hutan yang ada di Indonesia pada umumnya adalah hutan hujan tropis. Akan tetapi, selain hutan tropis ada beberapa hutan yang dapat ditemukan di Indonesia salah satunya adalah hutan mangrove. Hutan mangrove merupakan hutan yang berada di antara perairan laut dan darat di mana ekosistem tersebut dipengaruhi oleh gelombang, topografi, maupun pasang surut air laut (Annisa Amin Yunita Nur *et al.*, 2019) Indonesia sendiri memiliki hutan mangrove terbesar di dunia dengan luas mencapai 4,125 juta ha. Pada umumnya hutan mangrove ini berada di wilayah Sumatera, Kalimantan, dan Papua. Akan tetapi, pada kenyataannya seiring perkembangan zaman, maka luas hutan yang ada di Indonesia telah mengalami penurunan. Persoalan kerusakan hutan yang mengakibatkan penurunan luas hutan semakin meningkat akan mengakibatkan lahan menjadi kritis (Ramayanti, *et al.*, 2015). Berdasarkan catatan dari Kementerian Kehutanan, Indonesia setidaknya telah kehilangan sekitar 1,08 juta hektar per tahun hingga 2009 (Setiawan, *et al.*, 2013). Dengan begitu, berarti Indonesia saat ini terus mengalami penurunan luas hutan dimana jika tidak ditangani dengan serius maka akan bahaya bukan hanya untuk Indonesia, tetapi dunia.

Tulisan ini memiliki tujuan untuk menentukan perubahan lahan hutan yang ada di Indonesia baik itu hutan hujan tropis yang menjadi komoditas hutan terbesar di Indonesia ataupun hutan mangrove. Hal ini dilakukan karena dengan menentukan perubahan alih fungsi lahan hutan maka dapat menjadi sebuah langkah tepat untuk mengembalikan fungsi hutan. Selain itu, hal ini pun untuk menghindari deforestasi secara terus menerus dan menyebabkan bumi kehilangan hutan sebesar 80% pada tahun 2030 (Prasetio & Ripandi, 2019). Adapun manfaat dari tulisan ini adalah dapat menjadi sebuah rujukan untuk mengembalikan hutan yang telah beralih fungsinya dengan memanfaatkan metode yang digunakan.

2. Metode

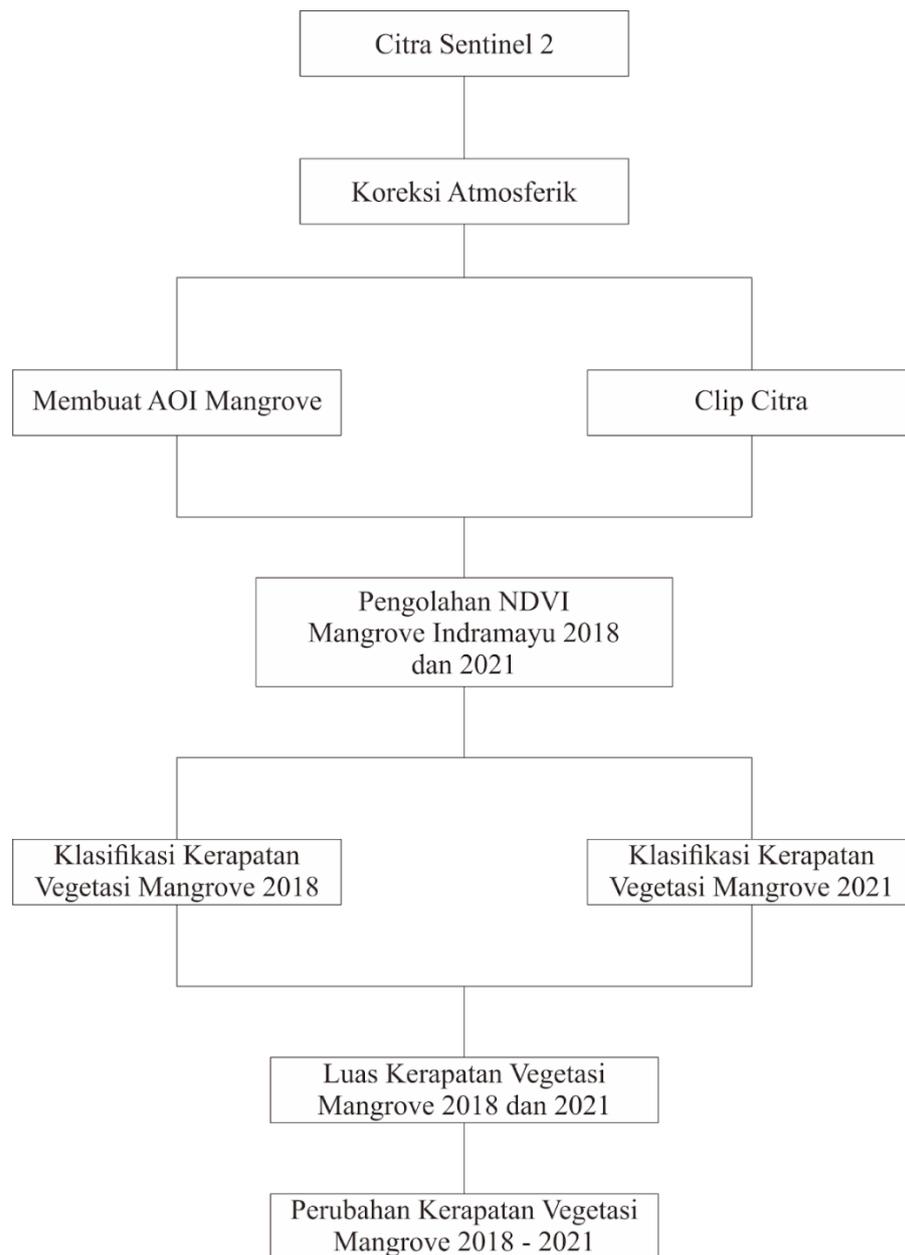
Pada saat ini penginderaan jauh telah banyak digunakan untuk memetakan sumber daya. Dalam hal ini, pemantauan nilai index vegetasi dengan menggunakan resolusi spasial yang tinggi dengan citra memiliki band yang dibutuhkan dalam menentukan algoritma perhitungan indeks vegetasi (Philiani *et al.*, 2016). Index vegetasi sendiri merupakan besaran nilai kehijauan suatu vegetasi yang diperoleh dari pengolahan sinyal digital data nilai terhadap kecerahan beberapa band sensor satelit. Informasi indeks vegetasi sangat diperlukan dalam mengenali tingkat kerapatan vegetasi terhadap kerusakan hutan pada daerah yang memiliki hutan yang luas. Informasi perubahan kerapatan vegetasi dapat diketahui dari informasi yang ditampilkan oleh dua

atau lebih data citra satelit dengan perbedaan tahun perekamannya tertentu, yaitu data citra satelit tahun perekaman tahun 1999, tahun 2005 dan tahun 2010 (Pangrango, 2012). Dalam pemantauan kerapatan vegetasi, yang digunakan adalah band merah dan band nir (Que et al., 2019).

Dalam menentukan indeks vegetasi dengan akurat, maka metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dapat digunakan untuk menentukan kawasan vegetasi hutan maupun non vegetasi hutan. Karena dengan menggunakan metode ini, maka tinggi atau rendah suatu kerapatan vegetasi seperti hutan dapat diketahui (Afriana, Parman, & Sanjoto, 2013). Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ini memiliki nilai indeks berkisar dari -1 yang merupakan non vegetasi dan 1 yang merupakan objek vegetasi. Dalam menentukan indeks vegetasi, maka dapat menggunakan persamaan berikut.

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

Keterangan: NDVI = Normalized Difference Vegetation Index
NIR = nilai saluran spektral near infrared
RED = nilai saluran spektral red



Gambar 1. Bagan alur penelitian

Pada penelitian ini, citra yang digunakan dalam menganalisis perubahan kerapatan vegetasi adalah citra Sentinel-2. Citra Sentinel-2 ini digunakan dalam penelitian karena citra Sentinel-2 memiliki resolusi yang tinggi sehingga bagus digunakan dalam analisis indeks vegetasi. Dalam penelitian perubahan kerapatan vegetasi ini, citra Sentinel-2 yang digunakan adalah tahun 2018 dan citra Sentinel-2 tahun 2021. Dengan adanya dua citra tersebut, maka dapat diketahui perubahan kerapatan vegetasi pada lahan mangrove di Kabupaten Indramayu. Adapun berikut merupakan 12 band Sentinel-2 dalam tabel berikut ini:

Tabel 1.
Spesifikasi citra Sentinel-2

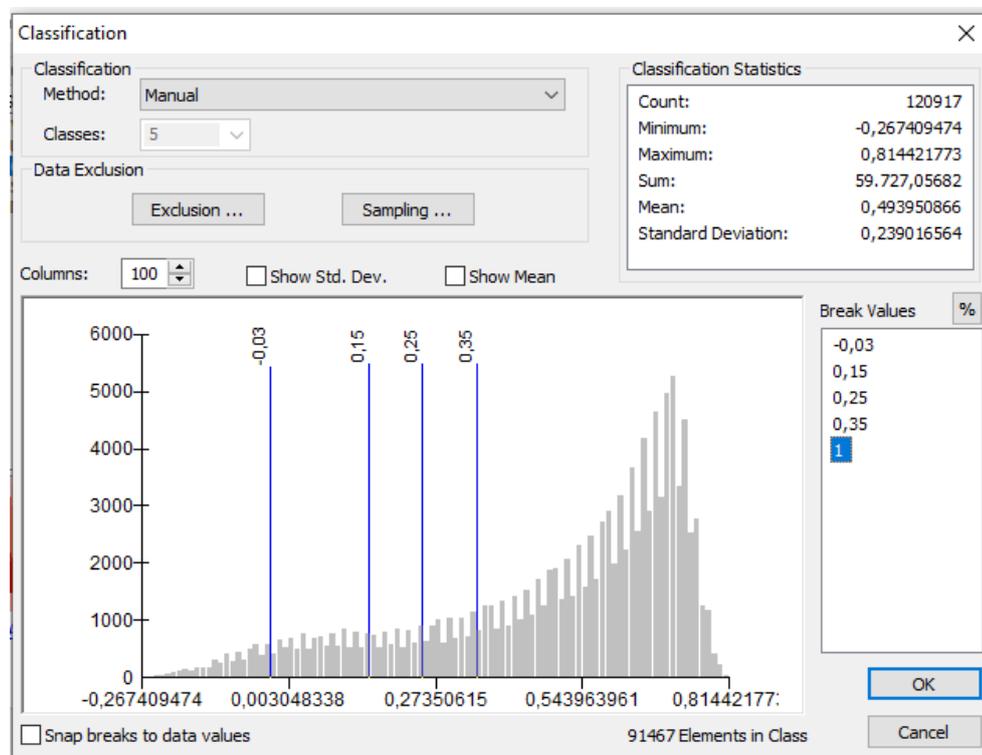
Sentinel 2 Band	Band	Central Wavelength	Resolution
Coastal and Aerosol	1	0.443	60
Blue	2	0.490	10
Green	3	0.560	10
Red	4	0.665	10
Vegetation Red Edge	5	0.705	20
Vegetation Red Edge	6	0.740	20
Vegetation Red Edge	7	0.783	20
NIR	8	0.842	10
Vegetation Red Edge	8A	0.865	20
Water Vapour	9	0.945	60
SWIR - Cirrus	10	1.375	60
SWIR	11	1.610	20
SWIR	12	2.190	20

Dari data band citra Sentinel-2 tersebut, jika dilihat berdasarkan metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) yang digunakan adalah band 4 yang merupakan band Red dan band 8 yang merupakan band NIR. Dalam penelitian ini, pengolahan data pertama kali adalah koreksi atmosferik. Koreksi atmosferik ini dilakukan agar menghilangkan kesalahan yang direkam oleh sensor pada citra akibat dari pengaruh atmosfer sebagai bidang perantara pada saat akuisisi data citra. Dalam koreksi atmosferik ini, metode yang digunakan adalah DOS (Dark Object Subtraction) dengan memanfaatkan plugins dari software pengolah data QGIS.

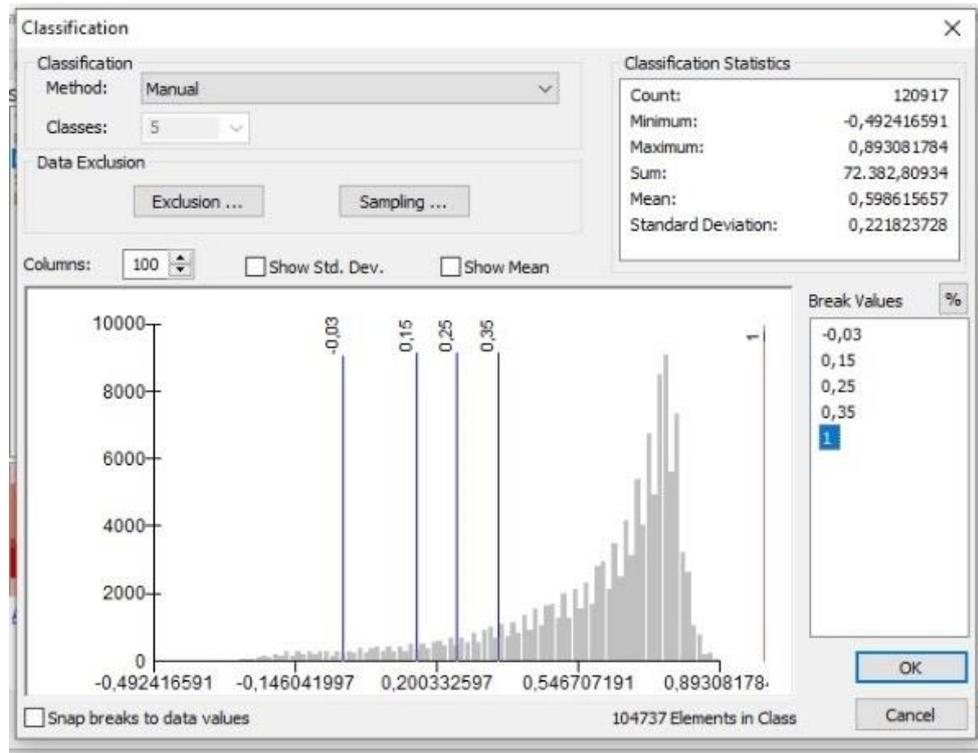
Selanjutnya dalam penelitian ini membuat area of interest (AOI) dari kawasan mangrove yang ada di Kabupaten Indramayu. Dengan adanya AOI kawasan mangrove ini memudahkan dalam menganalisis perubahan kerapatan vegetasi. dalam membuat AOI ini, penulis memanfaatkan software Arcmap 10.3 dengan menggunakan citra Sentinel-2 tahun 2018 dan 2021 sebagai data yang akan dilakukan digitasi menjadi AOI kawasan mangrove. Dengan Sentinel-2 ini memudahkan dalam membedakan antara kawasan mangrove dengan penutup lahan yang lain. Dalam melakukan digitasi, citra Sentinel-2 sebelumnya dilakukan komposit terlebih dahulu menjadi true color atau 432. Selanjutnya citra yang telah di komposit sebelumnya akan di-clip berdasarkan AOI yang telah dibuat sebelumnya. Pemotongan citra dilakukan pada toolbar image analysis dan hasil dari pemotongan tersebut akan digunakan dalam analisis NDVI. Setelah memperoleh potongan citra kawasan mangrove, pengolahan data selanjutnya adalah analisis NDVI. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, Metode NDVI ini menggunakan band 4 dan 8 dengan persamaan $(NIR-RED)/(NIR+RED)$. Setelah didapat hasil dari kerapatan vegetasi kawasan mangrove pada tahun 2018 dan 2021, langkah selanjutnya adalah melakukan klasifikasi pada kedua NDVI tersebut. Dalam tahapan ini dilakukan dengan membuat 5 kelas yang terdiri dari kerapatan sangat rendah, kerapatan rendah, kerapatan sedang, kerapatan tinggi, dan kerapatan sangat tinggi. Setelah menghasilkan 5 kelas, NDVI kawasan mangrove pada tahun 2018 dan 2021 selanjutnya dihitung luasan setiap kelas, dalam hal ini satuan yang digunakan adalah hektar. Setelah didapat luasan setiap kelas pada tahun 2018 dan 2021, selanjutnya penelitian dilakukan dengan menganalisis jumlah perubahan luasan setiap kelas kawasan mangrove dari tahun 2018 hingga 2021.

3. Hasil dan pembahasan

Indeks vegetasi merupakan suatu algoritma yang diterapkan terhadap citra (biasanya multi saluran), untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek yang berkaitan dengan kerapatan, misalnya biomassa, Leaf Area Index (LAI), konsentrasi klorofil, dan sebagainya. Secara praktis, indeks vegetasi ini merupakan suatu transformasi matematis yang melibatkan beberapa saluran sekaligus, dan menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam menyajikan fenomena vegetasi (Arnanto, 2015). Rentang kelas klasifikasi NDVI yang dihasilkan dari penyerapan radiasi matahari selalu berkisar antara -1 hingga +1 (Danoedoro, 2012). Berdasarkan hal tersebut, penulis melakukan pengolahan citra sentinel-2 wilayah Kabupaten Indramayu dengan menggunakan metode NDVI, didapatkan hasilnya mulai dari tingkat rendah yaitu -0,03 sampai tinggi 1. Jika dilihat berdasarkan klasifikasinya, semakin besar nilai NDVI maka semakin tinggi kerapatan vegetasinya (Irawan & Sirait, 2017). Apabila dilihat dari citra secara segmentasi maka akan terlihat kerapatan mangrove di Kabupaten Indramayu sangatlah tinggi. Adapun grafik interval hasil NDVI tahun 2018 dan 2021 seperti di bawah ini:



Gambar 2. Grafik interval NDVI tahun 2018



Gambar 3. Grafik interval NDVI tahun 2021

Dalam tahap analisis NDVI, penulis mengategorikan menjadi lima kelas kerapatan, yaitu kerapatan sangat rendah, kerapatan rendah, kerapatan sedang, kerapatan tinggi, dan kerapatan sangat tinggi. Dari keadaan hasil kelas kerapatan yang didapatkan dari indeks vegetasi (NDVI) maka dapat ditentukan luasan vegetasi mangrove di Kabupaten Indramayu seperti pada tabel 2.

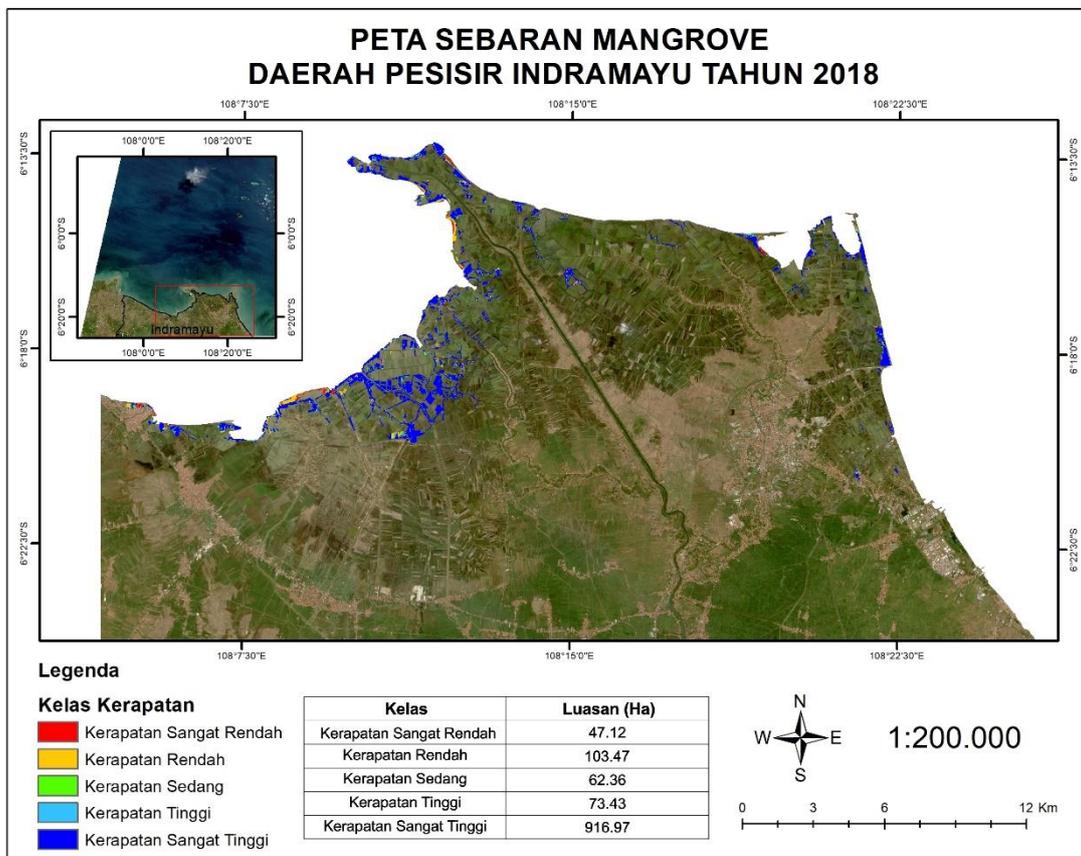
Tabel 2.
Hasil perhitungan luasan kerapatan dan persentase tahun 2018 dan 2021

Kelas Kerapatan	Tahun 2018	Tahun 2021
	Luas (Ha)	Luas (Ha)
Sangat Rendah	47.12	30.41
Rendah	103.47	41.48
Sedang	62.36	34.32
Tinggi	73.43	46.73
Sangat Tinggi	916.97	1051.48

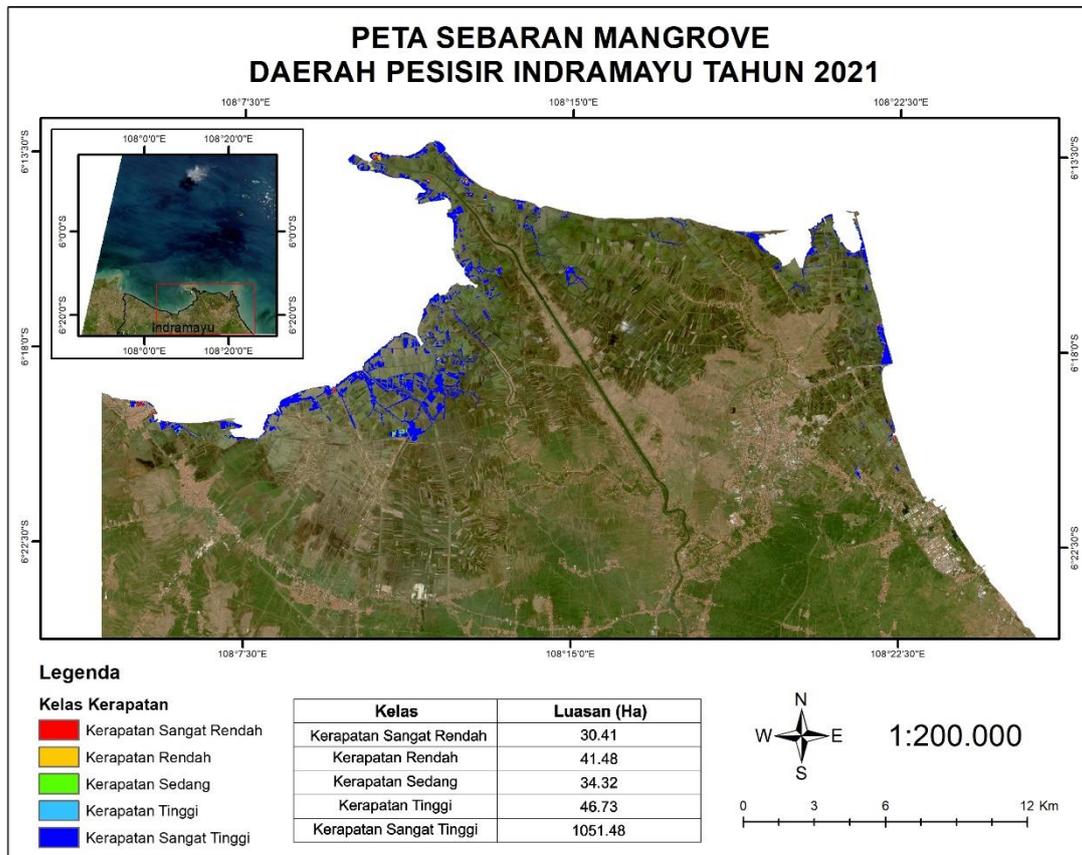
Pada tabel 2. Dapat dilihat perbandingan luasan kerapatan mangrove di Kabupaten Indramayu. Pada tahun 2018, kelas kerapatan sangat rendah memiliki luas 47.12 ha. Akan tetapi luasan mangrove berkurang menjadi 30.41 ha pada tahun 2021. Pada kelas kerapatan rendah pada tahun 2018 semula memiliki luas 103.47 ha. Kemudian luasan berkurang menjadi 41.48 ha pada tahun 2021. Pada tahun 2018 kelas dengan kerapatan sedang semula memiliki luas 62.36 ha. Kemudian luasan berkurang menjadi 34.32 ha pada tahun 2021. Pada kelas dengan Kerapatan tinggi pada tahun 2018 semula memiliki luas 73.43 ha. Kemudian luasan berkurang menjadi 46.73

ha pada tahun 2021. Selanjutnya kelas dengan kerapatan sangat tinggi pada tahun 2018 memiliki luas 916.97 ha. Kemudian luasan bertambah menjadi 1051.48 ha pada tahun 2021.

Berdasarkan data luasan kerapatan vegetasi kawasan mangrove di pesisir Indramayu pada tahun 2018 dan 2021 tersebut, berkurangnya luasan pada kelas kerapatan sangat rendah, kerapatan rendah, kerapatan sedang, dan kerapatan tinggi pada tahun 2021 bukan karena mengalami kerusakan. Akan tetapi perubahan luasan tersebut dapat karena berpindahnya kerapatan mangrove yang telah disebutkan sebelumnya ke kerapatan sangat tinggi. Oleh karena itu, hal ini menunjukkan bahwa kondisi vegetasi mangrove di Kabupaten Indramayu dari tahun ke tahun kian bertambah kerapatannya. Hal ini menunjukkan terjaga nya kelestarian dan belum adanya ancaman pada ekosistem mangrove di Kabupaten Indramayu baik secara alami maupun antropogenik. Hasil analisis pada kelas kerapatan mangrove pada tahun 2018 dan 2021 dapat dilihat pada gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Peta sebaran mangrove tahun 2018



Gambar 5. Peta sebaran mangrove tahun 2021

Berdasarkan gambar 4 dan 5 yang menunjukkan perubahan kerapatan mangrove di Kabupaten Indramayu pada tahun 2018 dan 2021, kelas dengan kerapatan yang masih dominan adalah kelas kerapatan sangat tinggi. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi luas mangrove dapat dianalisis secara visual berdasarkan data overlay mangrove tahun 2018-2021 pada kawasan mangrove Kabupaten Indramayu sehingga dapat diketahui perubahan yang terjadi di kawasan mangrove dan faktor-faktor yang mempengaruhi. Salah satu yang dominan dalam penambahan luas kelas kerapatan di beberapa titik, adapun beberapa faktor yang mempengaruhi, yaitu sedimentasi dan kegiatan reboisasi.

4. Simpulan dan saran

Terjadi perubahan kerapatan pada kerapatan vegetasi mangrove di Kabupaten Indramayu dari tahun 2018 ke 2021. Untuk mengetahui kerapatan mangrove dapat menggunakan metode transformasi NDVI, yang mana mempunyai hasil kerapatan 5 kelas dengan dominan kelas kerapatan sangat tinggi pada tahun 2018 memiliki luas 916.97 ha dan tahun 2021 menjadi 1051.48 ha. Perubahan kerapatan mangrove yang terjadi pada kelas kerapatan sangat rendah mengalami penurunan sebesar 16.71 ha, kelas kerapatan rendah mengalami penurunan sebesar 61.99 ha, untuk kelas kerapatan sedang mengalami penurunan sebesar 28.04 ha, untuk kelas kerapatan tinggi mengalami penurunan sebesar 26.7 ha, sedangkan untuk kelas kerapatan sangat tinggi mengalami kenaikan sebesar 134.51 ha. Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan luas dan kerapatan mangrove adalah aktivitas manusia dan faktor alam.

Saran dari penulis agar hasil penelitian selanjutnya lebih baik dan akurat adalah identifikasi faktor yang mempengaruhi luasan hutan mangrove di Kabupaten Indramayu seharusnya dilakukan secara objektif dengan observasi lapangan dan banyak melakukan wawancara secara langsung dengan masyarakat yang lebih mengetahui perubahan mangrove. Oleh karena itu, hasil

yang diperoleh berupa faktor yang benar-benar terjadi di lapangan, bukan hanya analisis secara subjektif dengan memanfaatkan data penginderaan jauh.

Daftar Rujukan

- Afriansa, C. V., Parman, S., & Sanjoto, T. B. (2013). Analisis Perubahan Kerapatan Vegetasi Kota Semarang Menggunakan Aplikasi Penginderaan Jauh. *Geo Image*, 2(1), 1-7.
- Annisa Amin Yunita Nur, Pribadi Rudhi, & Pratiko Ibnu. (2019). Analisis Perubahan Luasan Hutan Mangrove Di Kecamatan Brebes Dan Wanasari, Kabupaten Brebes Menggunakan Citra Satelit Landsat Tahun 2008, 2013 Dan 2018. *Journal of Marine Research*, 8(1), 27-35.
- Arnanto, A. (2015). Pemanfaatan Transformasi Normalized Difference Vegetation Index (Ndv) 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>
- Ashar, J. A., Jumadi, S. S., Saputra, A., & Fikriyah, V. N. (2019). *Analisis Perubahan Luas dan Kerapatan Hutan Mangrove menggunakan Citra Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 OLI di Segara Anakan, Cilacap tahun 2003-2018* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- No.41, U.-U. (2004). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Kehutanan. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia*, 1, 1-5.
- Danoedoro, P. (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.
- Departemen Kehutanan, 2005. Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Lahan Kritis Mangrove. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Departemen Kehutanan. Jakarta
- Frahma, Y. F., Cahyono, B. E., & Nugroho, A. T. (2018). Analisis Tingkat Kehijauan Hutan Daerah Pertambangan Sawahlunto Dengan Metode NDVI Berdasarkan Citra Landsat Tahun 2006-2016. *Universitas Jember Jalan Kalimantan*.
- Harahap, Y. (2019). ANALISIS KERUSAKAN HUTAN MANGROVE BERDASARKAN METODE KLASIFIKASI NDVI DAN EVI PADA CITRA SENTINEL-2A (Studi Kasus: Hutan Mangrove di Kawasan Pesisir Kecamatan Perbaungan Kabupaten Serdang Bedagai). *Undergraduate thesis, UNIMED*, 9-11.
- Irawan, S., & Sirait, J. (2017, Desember 22). Perubahan Kerapatan Vegetasi menggunakan citra landsat 8 di Kota Batam Berbasis Web. *Jurnal Kelautan*, 10(2), 174-184. [doi:http://dx.doi.org/10.21107/jk.v10i2.2685](http://dx.doi.org/10.21107/jk.v10i2.2685)
- Iskandar, M., Sanjoto, T. B., & Sutardji. (2012). Analisis Kerapatan Vegetasi Menggunakan Teknik Penginderaan Jauh Sebagai Basis Evaluasi Kerusakan Hutan Di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. *Jurnal Geo Image*, 1(1), 94-101
- N. N. Prasetyo, B. Sasmito, & Y. Prasetyo. (2017). ANALISIS PERUBAHAN KERAPATAN HUTAN MENGGUNAKAN METODE NDVI DAN EVI PADA CITRA SATELIT LANDSAT 8 TAHUN 2013 DAN 2016 (Area Studi: Kabupaten Semarang). *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 6, no. 3, pp. 21-27.
- Pangrango, G. G. (2012). Analisis Kerapatan Vegetasi menggunakan Teknik Penginderaan Jauh Sebagai Basis Evaluasi Kerusakan Hutan Di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. *Geo-Image*, 1(1). <https://doi.org/10.15294/geoimage.v1i1.953>
- Perdana, A. F., Subardjo, P., & DS, A. A. (2016). *Kajian Perubahan Luas Vegetasi Mangrove Menggunakan Metode Ndv Citra Landsat 7 Etm+ Dan Landsat 8 Etm+ Tahun 1999, 2003 Dan 2015 Di Pesisir Desa Tapak Kec. Tugu, Kota Semarang* (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- Philiani, I., Saputra, L., Harvianto, L., & Muzaki, A. A. (2016). Pemetaan Vegetasi Hutan Mangrove Menggunakan Metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) di Desa Arakan, Minahasa Selatan, Sulawesi Utara. *Surya Octagon Interdisciplinary Journal of Technology*, 1(2), 211-222. https://www.researchgate.net/publication/314430543_PEMETAAN_VEGETASI_HUTAN_MANGROVE_MENGGUNAKAN_METODE_NORMALIZED_DIFFERENCE_VEGETATION_INDEX_NDVI_DI_DESA_ARAKAN_MINAHASA_SELATAN_SULAWESI_UTARA
- Prasetyo, R. T., & Ripandi, E. (2019). Optimasi Klasifikasi Jenis Hutan Menggunakan Deep Learning

- Berbasis Optimize Selection. *JURNAL INFORMATIKA*, 6(1), 100-106.
- Puspitojati, T. (2011). Persoalan Definisi Hutan dan Hasil Hutan Dalam Hubungannya Dengan Pengembangan HHBK Melalui Hutan Tanaman. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 8(3), 210-227.
- Que, V. K., Prasetyo, S. Y., & 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, 1-7.
- Rachman, F. (2021). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan Metode NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) pada Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan. *Unram Journal of Community Service*, 2(1), 17-22. <https://doi.org/10.29303/ujcs.v2i1.22>
- Ramayanti, L. A., Yuwono, B. D., & Awaluddin, M. (2015). Pemetaan Tingkat Lahan Kritis Dengan Menggunakan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 4(2), 200-207.
- Sambodo, K. A., Rahayu, M. I., Indriasari, N., & M.Natsir. (2014). Klasifikasi Hutan-Non Hutan Data Alos Palsar Menggunakan Metode Random Forest. 120-127.
- Santoso, H. Pemetaan Daerah Mangrove di Benoa, Bali Menggunakan Citra Landsat Benoa Tahun 2002.
- Sentinel-a, M. C. S., Kasus, S., & Demak, K. (2018). Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Dengan Metode Normalized Difference Vegetation Index Dan Soil Adjusted Vegetation Index Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2a (Studi Kasus : Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), 202-211.
- Setiawan, H., Ir. Bambang Sudarsono, M., & Moehammad Awaluddin, S. (2013). Identifikasi Daerah Prioritas Rehabilitasi Lahan Kritis Kawasan Hutan Dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 2(3), 31-41.
- Setiawan, A., Akhbar., & Arianingsih, I. (2018). Analisis Vegetasi *Mangrove* Menggunakan (NDVI) Pada Ekosistem *Mangrove* Di Kecamatan Balinggi Kabupaten Parigi Moutong. Forest Sains. Jakarta.
- Yulianto, D. (2018). *Pemanfaatan Citra Landsat Untuk Analisis Deforestasi Hutan Di Kabupaten Bantul*. 1-7.