

IDENTIFIKASI PERUBAHAN KERAPATAN VEGETASI DI KAWASAN HUTAN DENGAN TUJUAN KHUSUS UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

Identification of Vegetation Density Changing in the Forest Area with a Special Purpose of Lambung Mangkurat University

Petrus Sitinjak, Mufidah Asyari, dan Udiansyah

Program Studi Kehutanan

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. *The Forest Area with a Special Purpose of Lambung Mangkurat University has an area of approximately 2000 Ha, divided into 2 areas, namely Bukit Babaris and Bukit Waringin. Identification of changes in land cover and vegetation density has never been carried out, especially in the Babaris mountain area (1,617 hectares). This study aims to compare the results of the accuracy of the Maximum Likelihood Classification (MLC) method with the Normalized Different Vegetation Index (NDVI) method in identifying vegetation density from 2018 to 2022. The results of the accuracy test for the vegetation density method using the confusion matrix show that the Overall Accuracy value of the MLC method is low lower, namely 92.5%, and the NDVI method 93.75%. It can be concluded that the NDVI method is more sensitive in detecting vegetation than the MLC method. Factors that affect the inaccuracy of the MLC method depend on the accuracy and the number of class class training samples taken. Based on the results of the interpretation of density changes from the two methods, from 2018 to 2022 the area of vegetation classes tends to increase and looks fluctuating. The area of change in vegetation density in the MLC method of the non-vegetation classification class is relatively stable at over 9 ha/year, although the classification class rarely dominates over the year. Changes in the density of non-vegetation class vegetation in the NDVI method tend to decrease significantly in 2020 and 2021. Based on the two most accurate methods obtained by the NDVI method, that there is an increase in vegetation density in the KHDTK ULM area of the Babaris hill.*

Keywords. *Vegetation density; Google earth engine; KHDTK ULM, NDVI, MLC*

ABSTRAK. Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus Universitas Lambung Mangkurat memiliki areal seluas ± 2000 Ha, terbagi menjadi 2 wilayah yaitu bukit Babaris dan bukit Waringin. Identifikasi perubahan tutupan lahan maupun kerapatan vegetasi belum pernah dilakukan terkhusus pada areal pegunungan Babaris (1.617 hektar). Penelitian ini bertujuan mengetahui perbandingan hasil akurasi metode *Maximum Likelihood Classification* (MLC) dengan metode *Normalized Different Vegetation Index* (NDVI) dalam mengidentifikasi kerapatan vegetasi dari tahun 2018 sampai tahun 2022. Hasil uji akurasi metode kerapatan vegetasi menggunakan konfusi matriks menunjukkan nilai *Overall Accuracy* metode MLC sedikit lebih rendah yaitu 92,5%, dan metode NDVI 93,75%. Dapat disimpulkan bahwa metode NDVI lebih sensitif dalam mendeteksi vegetasi dibanding metode MLC. Faktor yang mempengaruhi kurang akuratnya metode MLC tergantung pada ketelitian serta jumlah pengambilan *training sample* kelas klasifikasi. Berdasarkan hasil interpretasi perubahan kerapatan dari kedua metode bahwa tahun 2018 hingga 2022 luas kelas vegetasi cenderung mengalami peningkatan dan terlihat fluktuatif. Luas areal perubahan kerapatan vegetasi pada metode MLC kelas klasifikasi non vegetasi relatif stabil di atas 9 ha/tahun walaupun kelas klasifikasi jarang lebih mendominasi pertahunnya. Perubahan kerapatan vegetasi kelas non vegetasi pada metode NDVI cenderung menurun signifikan pada tahun 2020 dan 2021. Berdasarkan dari kedua metode yang paling akurat diperoleh pada metode NDVI, bahwa terjadi penambahan kerapatan vegetasi pada KHDTK ULM areal bukit Babaris.

Kata Kunci. Kerapatan vegetasi; Google earth engine; KHDTK ULM; NDVI; MLC

Penulis untuk korespondensi, surel: Mufie_ikhsan@yahoo.com

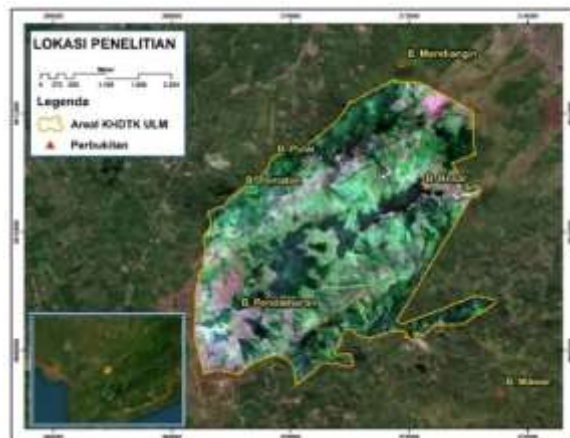
PENDAHULUAN

Kawasan hutan diklasifikasikan menjadi 3 fungsi, yaitu: Hutan Produksi (HP) meliputi areal seluas 68,8 juta hektar atau 57% dari Kawasan Hutan; Hutan Konservasi (HK) meliputi areal seluas 22,1 juta hektar atau 18% dari Kawasan Hutan (dengan tambahan 5,3 juta hektar dari kawasan konservasi perairan); dan Hutan Lindung yang memiliki fungsi perlindungan Daerah Aliran Sungai (DAS) dan meliputi areal seluas 29,7 juta hektar atau 25 % (Agung *et al.*, 2018). Luas kerusakan hutan di Indonesia dalam kurun waktu mengalami perubahan-perubahan yang dinamis, istilah deforestasi merupakan artian untuk perubahan tutupan suatu wilayah dari berhutan menjadi tidak berhutan (Ramadhini & Sukojo, 2017). Ketika pohon ditebang, biomassa yang tersimpan di dalam pohon akan terurai dan melepaskan gas Karbon Dioksida (CO₂), sehingga menyebabkan peningkatan konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer (FWI, 2009). Terjadinya perubahan lahan perlu diketahui sebagai informasi dalam pengelolaan ke arah yang lebih baik (Arif Maulana & Darmawan, 2014).

Sejak Tahun 2011, pemantauan sumber daya hutan telah dilaksanakan setiap tahun dengan menyusun peta penutupan lahan melalui penafsiran citra satelit resolusi sedang (Landsat 4 TM, Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+, Landsat 8 OLI) dan citra satelit resolusi tinggi (SPOT-6, SPOT-7) (Agung *et al.*, 2018). Citra satelit yang diperoleh perlu diolah untuk mendapatkan nilai luasan maupun indeks vegetasi dalam suatu kawasan hutan. Penelitian terkait indeks vegetasi yang pernah dilakukan oleh Khairawan *et al.*, (2020) menggunakan metode NDVI dinilai cukup baik dalam mengukur tingkat kerapatan vegetasi. Berdasarkan hasil penelitian Johar *et al.*, (2020) dalam menganalisis tutupan lahan menggunakan metode MLC menghasilkan akurasi lebih tinggi dibandingkan metode NDVI. Indeks vegetasi menggunakan metode NDVI bertujuan untuk mengetahui tingkat kehijauan tumbuhan dan sekitarnya dalam suatu kawasan (Awaliyan & Sulistyoadi, 2018). Sedangkan teknik klasifikasi terbimbing, digunakan untuk pemetaan tutupan lahan salah satunya menggunakan metode MLC.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di KHDTK ULM areal bukit Babaris, Kalimantan Selatan. Waktu penelitian dilaksanakan dari bulan Juni sampai bulan Desember 2022 (6 bulan) meliputi persiapan, pengumpulan data, analisis data, pengecekan lapangan, dan penyusunan laporan. Lokasi penelitian areal pegunungan Babaris KHDTK ULM dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Areal Penelitian di Bukit Babaris KHDTK ULM

KHDTK ULM memiliki areal seluas ± 1.617 Ha seperti pada Gambar 1 diatas. Alat dan bahan yang digunakan yaitu laptop ram minimal 8 GB dilengkapi *Software ArcGIS 10.4*, handpone dilengkapi aplikasi *Timestamp* ataupun *Avenza map, tally sheet*, alat tulis, citra Sentinel 2 akuisisi dari tahun 2018 - 2022 (5 tahun) diperoleh dari platform *Google Earth Engine* (<https://code.earthengine.google.com/>), dan *Area of Interest (AOI) KHDTK ULM*. Data yang diperlukan yaitu data primer dan data sekunder. Pengambilan titik dokumentasi di lapangan berdasarkan metode *purposive sampling*.

Hasil observasi tersebut perlu dilakukan uji akurasi untuk mengetahui performa model apakah efektif/sesuai (Marwati *et al.*, 2018). Penelitian ini menggunakan uji akurasi jenis konfusi matriks (*Confusion Matrix*), Secara matematis rumus konfusi matriks (Yahya *et al.*, 2019) dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{User's Accuracy} = \frac{X_{ii}}{X_{+i}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Producer's Accuracy} = \frac{X_{ii}}{X_{i+}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Overall Accuracy} = \frac{X}{N} \times 100 \% \quad (3)$$

Keterangan

- Xii = Nilai baris ke i dan kolom ke i
- X□i = Jumlah dalam kolom ke i
- Xi□ = Jumlah dalam baris ke i
- N = Jumlah seluruh nilai

GEE adalah platform *cloud computing* yang dikembangkan oleh Google untuk mengelola, menganalisis, dan memvisualisasikan data geospasial. GEE memiliki *Application Programming Interface (API)* tersedia dalam Python dan JavaScript, dengan memanfaatkan kekuatan Google Cloud untuk analisis geospasial (Mateo García *et al.*, 2018). Berikut informasi akuisisi citra yang digunakan sebagai analisis perubahan vegetasi pada Tabel 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengunduhan Citra Sentinel 2

Studi ini memanfaatkan citra dari Sentinel 2 level A dan B yang diunduh dari platform GEE.

Tabel 1. Metadata Citra Sentinel-2

No.	Waktu Akuisisi	Tutupan Awan (%)	Instrumen	Arah Sensor Orbit
1	06 Mei 2018	3	S2A MSI L1C	Descending
2	25 Juli 2019	2	S2B MSI L2A	Descending
3	05 Mei 2020	4	S2B MSI L2A	Descending
4	29 Juli 2021	2	S2B MSI L2A	Descending
5	26 Mar – 12 Sep 2022	30	S2B MSI L2A	Descending

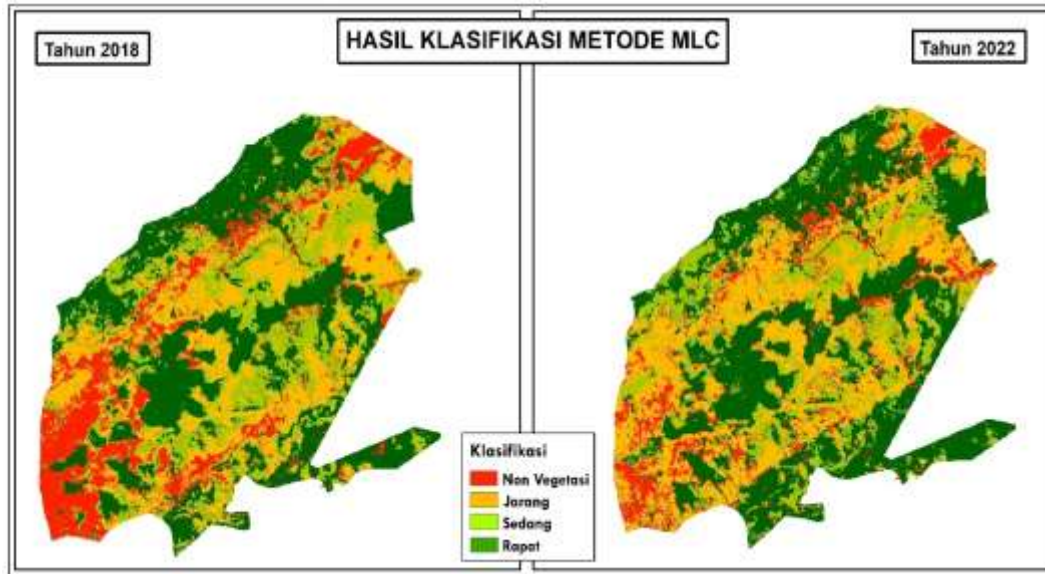
Sumber: *Google Earth Engine (2022)*

Tabel 1 menampilkan informasi akuisisi citra yang telah diunduh, citra akuisisi 06 Mei 2018 didapat berdasarkan keadaan lapangan yang tidak terdapat tutupan awan. Pada areal penelitian KHDTK ULM. Data tutupan awan (*Cloud Cover*) menunjukkan hanya 3% dari piksel pada citra tersebut yang tertutupi oleh awan.

Data cloud cover yang rendah dapat memberikan hasil analisis yang lebih akurat, menurut Danoedoro (2012) dalam Sinabutar *et al.*, (2020) citra satelit dikatakan baik jika luas liputan awannya kurang dari 10%. Meskipun total liputan awan pada scene citra kurang dari 10%, bisa jadi liputan tersebut tersebar merata pada seluruh wilayah (lebar swadth 290 km).

Metode *Maximum Likelihood Classification (MLC)*

Metode MLC merupakan metode klasifikasi yang mengkategorikan piksel dengan mempertimbangkan faktor peluang dalam kelas tertentu (Artika *et al.*, 2019). Metode MLC berdasarkan prinsip bahwa piksel pada citra memiliki kemungkinan masuk ke dalam kelas tertentu berdasarkan nilai numerik yang dimiliki. Metode MLC akan menghitung probabilitas keanggotaan setiap piksel kemudian menentukan kelas mana yang memiliki probabilitas terbesar untuk setiap piksel. Berikut hasil klasifikasi metode MLC pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Metode MLC Tahun 2018 (kiri) dan Tahun 2022 (kanan)

Gambar 2 menampilkan hasil citra setelah proses pengambilan training sampel sebanyak 6 training area (*draw polygon*) perkelas klasifikasi di aplikasi ArcMap 10.4. Klasifikasi dibagi 4 kelas, yaitu non vegetasi (areal terbuka), jarang (rumput), sedang (semak belukar), dan rapat (pohon). Perbandingan visual vegetasi antara Tahun 2018 dan 2022 terlihat jelas pada areal Bukit Pandamaran yang awalnya tergolong dalam kelas non vegetasi berubah menjadi kelas jarang. Hasil peninjauan menunjukkan pada areal terdapat lahan terbuka beserta rumput/maupun ilalang. Menurut Asma (2018), pengambilan Training sample merupakan proses identifikasi prototipe dari piksel yang dapat mewakili kategori-kategori yang akan dikelaskan.

Training sampel juga bertujuan menemukan ciri khas dari suatu kategori pada pixel citra. Primasari *et al.*, (2013) dalam penelitiannya menyatakan bahwa klasifikasi terbimbing MLC lebih banyak digunakan dibandingkan metode lain seperti paralelepiped karena akurasi yang lebih tinggi. Keuntungan metode MLC dapat menghasilkan klasifikasi yang akurat, terutama citra yang memiliki tingkat kerumitan yang tinggi. Kekurangan metode MLC yaitu tahap awal melakukan pelatihan model statistik (*training sampel*) membutuhkan waktu yang cukup lama dan bergantung jumlah kelas serta ukuran citra yang diproses. Berikut hasil klasifikasi MLC luasan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Identifikasi Luas (ha) Tutupan Lahan Metode MLC

No.	Klasifikasi	Luas (ha)				
		2018	2019	2020	2021	2022
1	Non Vegetasi	271,84	197,99	147,53	226,21	173,26
2	Jarang	357,42	667,00	797,42	654,93	457,13
3	Sedang	403,24	260,63	111,85	86,84	339,40
4	Rapat	543,93	450,74	519,58	608,43	606,75

Tabel 3. Hasil Identifikasi Luas (%) Tutupan Lahan Metode MLC

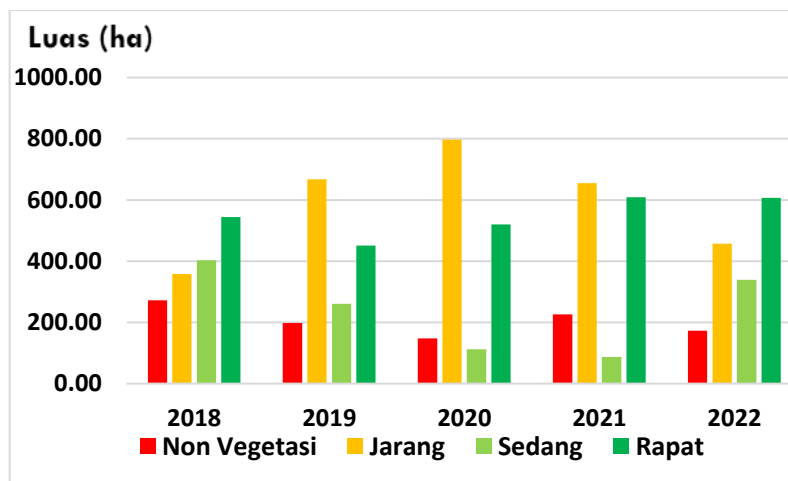
Klasifikasi	Luas (%)				
	2018	2019	2020	2021	2022
Non Vegetasi	17,24	12,56	9,36	14,35	10,99
Vegetasi	82,76	87,44	90,64	85,65	89,01
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabel 2 menunjukkan hasil klasifikasi penggunaan lahan metode MLC dari tahun 2018, 2019, 2020, 2021, dan 2022 dengan membagi kerapatan menjadi empat kategori, yaitu non vegetasi, jarang, sedang, dan rapat. Dapat dilihat bahwa luas lahan non vegetasi dan jarang mengalami penurunan dari tahun ke tahun, sementara luas lahan sedang mengalami penurunan pada tahun 2020 dan 2021 tetapi meningkat pada tahun 2022 sedangkan luas lahan rapat mengalami peningkatan setiap tahunnya.

Klasifikasi kerapatan terluas yaitu kelas rapat (hutan/pohon dengan tajuk bersentuhan) seluas 543,93 ha dan mengalami kenaikan nilai pertahun. Tahun 2022 luas kelas rapat naik menjadi 606,75 ha, untuk luas keseluruhan persentase tahun 2022 yaitu 89.01%. Tutupan lahan kelas vegetasi memiliki tingkat kerapatan cukup tinggi walaupun urutan kedua yaitu kelas jarang dominan diisi jenis semak belukar. Sedangkan luasan tutupan lahan tahun 2022, yang paling kecil di

lokasi penelitian adalah non vegetasi berupa lahan terbuka seluas 173,26 ha atau 10,99%.

Tabel 3 dibagi dalam 2 klasifikasi yaitu kelas vegetasi dan non vegetasi. Luas lahan vegetasi mengalami peningkatan secara bertahap dari tahun 2018 hingga 2022, sedangkan luas lahan non vegetasi mengalami fluktuasi yang tidak signifikan. Secara keseluruhan, total luas lahan dari kedua klasifikasi tersebut tetap konstan setiap tahunnya, yaitu 100%. Kelas klasifikasi vegetasi untuk jarang dan sedang cenderung memiliki warna pixel yang sama yaitu hijau, dalam penelitian yang dilakukan Istiavan *et al.*, (2020) menyatakan bahwa metode MLC dikenal sangat rumit karena pengambilan sampel yang banyak. Tetapi kemampuan dari metode MLC jika semakin banyak jumlah band yang digunakan dalam pembagian kelas maka menghasilkan nilai maksimum yang lebih baik. Berikut grafik luas tutupan lahan metode MLC pada Gambar 3.



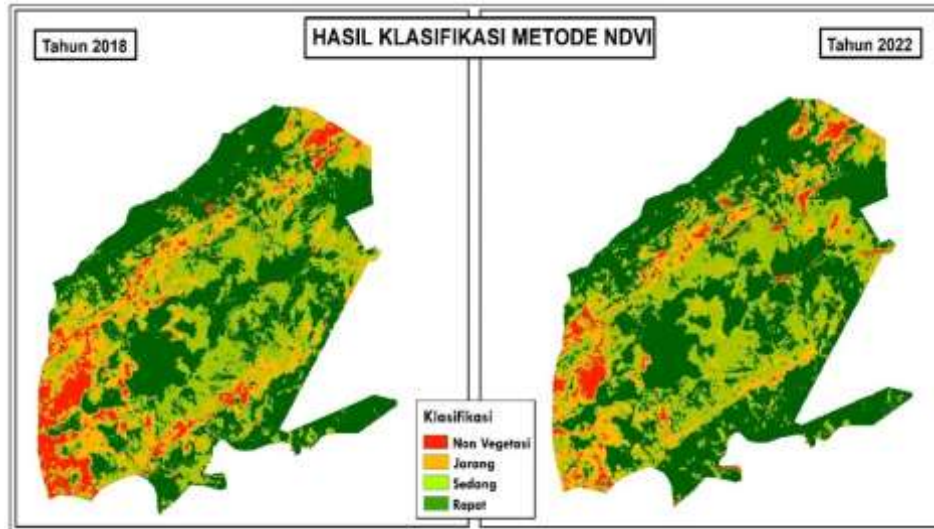
Gambar 3. Luas Tutupan Lahan Metode MLC di KHDTK Kurun Waktu 5 Tahun

Gambar 3, menampilkan panel grafik tiap kelas pertahunnya sangat variatif. Tingkat klasifikasi paling tinggi terdapat pada tahun 2020 berada di kelas jarang, hal ini menunjukkan bahwa kawasan tersebut dominan oleh semak belukar. Grafik pertahun kurun waktu 5 tahun pada kelas vegetasi mengalami kenaikan yang tidak terlalu tinggi, selisih kelas tersebut dari tahun 2018-2022 adalah 62,83 ha. Sedangkan panel grafik luas kelas non vegetasi/areal terbuka dari tahun 2018 (543,93 ha) mengalami penurunan di tahun 2022 (606,75 ha). Gambar grafik hasil metode MLC disimpulkan bahwa perubahan

luas lahan di area yang diamati cukup bervariasi dan tidak mengikuti tren yang konsisten dari tahun ke tahun.

Metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Metode NDVI merupakan parameter indeks vegetasi yang umum digunakan untuk menghitung kehijauan vegetasi (klorofil) dalam suatu kawasan. Berikut hasil eksplorasi NDVI tahun 2018 dan 2022 menggunakan tools “Map Algebra” pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Metode MLC Tahun 2018 (Kiri) dan Tahun 2022 (Kanan)

Hasil pengolahan NDVI pada Gambar 4 terlihat berbeda pertahunnya, jika dibandingkan areal non vegetasi (warna merah) tahun 2018 (kiri) terlihat lebih banyak dibanding 2022 (kanan). Deteksi tutupan vegetasi berdasarkan metode NDVI meliputi

seluruh vegetasi, termasuk di dalamnya tegakan pohon, semak belukar maupun padang rumput. Berikut luasan (ha) dari tahun 2018-2022 disajikan pada Tabel 4 dan luasan pada Tabel 5.

Tabel 4. Hasil Identifikasi Luas (ha) Tutupan Lahan Metode NDVI

No.	Klasifikasi	Luas (ha)				
		2018	2019	2020	2021	2022
1	Non Vegetasi	117,65	147,50	34,81	22,23	69,11
2	Jarang	253,86	260,24	226,83	213,90	203,46
3	Sedang	496,79	448,51	478,17	498,62	498,05
4	Rapat	708,26	720,14	836,83	841,84	806,97

Tabel 5. Hasil Identifikasi Luas (%) Tutupan Lahan Metode NDVI

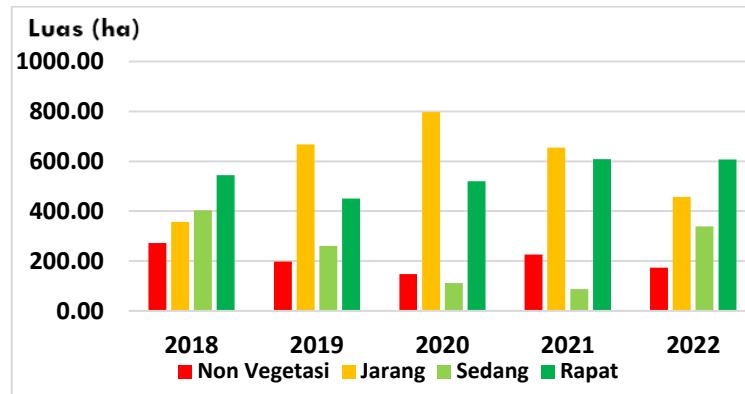
Klasifikasi	Luas (%)				
	2018	2019	2020	2021	2022
Non Vegetasi	7,46	9,36	2,21	1,41	4,38
Vegetasi	92,54	90,64	97,79	98,59	95,62
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Hasil luasan tiap kelas metode NDVI pada Tabel 4 tahun 2018 didapat nilai terkecil hingga terbesar yaitu non vegetasi 117,65 ha, jarang 253,86 ha, sedang 436,79 ha, dan rapat 708,26 ha. Selang waktu 5 tahun luasan tiap klasifikasi yaitu tahun 2022 berubah, hasil yang diperoleh yakni non vegetasi 69,11 hektar, jarang 203,46 ha, sedang 498,05 ha, dan rapat 806,97 ha. Kelas non vegetasi pada tahun 2022 telah berkurang, selisih 48,54 ha dari tahun 2018, dan kelas vegetasi keseluruhan (jarang, sedang, rapat) 49,57 ha.

Persentase hasil luasan pada Tabel 5 metode NDVI, kelas non vegetasi mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan, total persentase (%) kelas non vegetasi bahwa rata-rata persentase yaitu 4,96 (ha) dan kelas vegetasi keseluruhan yaitu 95,04 (ha). Hasil perhitungan tersebut membuktikan bahwa klasifikasi pada kelas vegetasi masih lebih tinggi pada tahun 2022 dibanding tahun 2018. Klasifikasi kelas rapat di lapangan terlihat tutupan tajuk (pohon), dan kelas sedang terlihat semak belukar dan alang-alang.

Metode NDVI dinilai lebih akurat dalam mengukur jumlah kerapatan vegetasi, memperkirakan kerapatan vegetasi awal dan perubahannya dengan membandingkan reflektansi di wilayah spektrum cahaya merah dan inframerah dekat. Metode ini juga memiliki

kelemahan dalam mengidentifikasi jenis tanaman yang berbeda-beda, jika satu area terdapat berbagai jenis tanaman berbeda jenis yang tumbuh dalam satu area. Berikut grafik luas tutupan lahan berdasarkan hasil perhitungan kelas vegetasi pada Gambar 5.



Gambar 5. Luas Tutupan Lahan Metode NDVI di KHDTK Kurun Waktu 5 Tahun

Berdasarkan Gambar 5, grafik kelas vegetasi terlihat lebih tinggi dibanding panel grafik non vegetasi dan naik secara perlahan. Panel grafik non vegetasi dengan luas paling tinggi berada pada tahun 2019 yaitu 147,50 ha, dan terendah berada pada tahun 2021 yaitu 34,81 ha. Sedangkan kelas vegetasi paling tinggi berada pada tahun 2021 yaitu 836,83 ha, tetapi pada tahun 2022 turun menjadi seluas 806,97 ha. Kerapatan vegetasi di KHDTK berdasarkan metode NDVI selama 5 tahun menampilkan jenis vegetasi masih mendominasi, dimana areal tersebut masih banyak terdapat pepohonan dan semak belukar/alang-alang/rumput. Gambar 9 grafik metode NDVI menunjukkan bahwa luas lahan vegetasi mengalami peningkatan secara bertahap dari tahun 2018 hingga 2019, kemudian mengalami penurunan pada tahun 2020. Tetapi kembali meningkat pada tahun 2021 dan 2022. Sementara luas lahan non-

vegetasi mengalami fluktuasi yang tidak signifikan pada setiap tahunnya.

Uji Akurasi (Confusion Matrix) dan Ground Truth

Akurasi kedua metode MLC dan NDVI diuji menggunakan matrik kontingensi yang sering disebut dengan matrix kesalahan atau matrik konfusi (*confusion matrix*) (Asma, 2018). Untuk melihat tingkat akurasi tiap metode diterapkan dengan melakukan pengecekan lapangan (*ground truth*). Pengambilan dokumentasi dilapangan menggunakan metode purposive sampling (Albasit *et al.*, 2022), yaitu teknik sampling non-probabilitas yang bertujuan mengambil sampel yang dinilai mewakili populasi, karakteristik populasi dan tujuan penelitian. Dalam Pengambilan dokumentasi juga memperhitungkan keterwakilan tiap kelas klasifikasi. Berikut hasil akurasi klasifikasi metode MLC pada Tabel 6.

Tabel 6. Akurasi Klasifikasi Metode MLC Tahun 2022

		Hasil Survey Lapangan				
		Non Vegetasi	Jarang	Sedang	Rapat	Total Kolom
Hasil Interpretasi	Klasifikasi Non Vegetasi	15	5	0	0	20
	Jarang	0	20	0	0	20
	Sedang	0	0	20	0	20
	Rapat	1	0	0	19	20
	Total Kolom	16	25	20	19	80

Tabel 6 menampilkan hasil akurasi klasifikasi menggunakan metode MLC pada tahun 2022. Tabel tersebut menunjukkan jumlah piksel dari kelas yang terklasifikasi

dengan benar ataupun salah pada setiap kelas klasifikasi. Berikut hasil perhitungan konfusi matriks pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Konfusi Matriks Klasifikasi MLC 2022

Klasifikasi	<i>Producer Accuracy (%)</i>	<i>User Accuracy (%)</i>	<i>Overall Accuracy (%)</i>
Non Vegetasi	75	93,75	
Jarang	100	80	92,50
Sedang	100	100	
Rapat	95	100	

Tabel 7 menunjukkan akurasi klasifikasi sisi produsen sebesar 75%, sedangkan dari sisi pengguna sebesar 93,75%. Kelas jarang hasil akurasi klasifikasi dari sisi produsen sebesar 100%, sedangkan dari sisi pengguna sebesar 80%. Kelas sedang hasil akurasi klasifikasi dari sisi produsen sebesar 100%, sedangkan dari sisi pengguna sebesar 100%. Kelas Rapat, hasil akurasi klasifikasi dari sisi produsen sebesar 95%, sedangkan dari sisi

pengguna sebesar 100%. Secara keseluruhan hasil klasifikasi citra tersebut memiliki akurasi rata-rata 92,50%, nilai akurasi keseluruhan digunakan untuk mengevaluasi seberapa baik hasil klasifikasi citra metode MLC. Hasil perhitungan matriks metode MLC tersebut dijadikan pembandingan dengan hasil konfusi NDVI pada tahun 2022. Berikut hasil uji akurasi klasifikasi metode NDVI tahun 2022 pada Tabel 8.

Tabel 8. Akurasi Klasifikasi Metode NDVI Tahun 2022

		Hasil Survey Lapangan				
Klasifikasi		Non Vegetasi	Jarang	Sedang	Rapat	Total
Hasil Interpretasi	Non Vegetasi	19	1	0	0	20
	Jarang	0	19	1	0	20
	Sedang	1	0	18	1	20
	Rapat	0	0	1	19	20
	Total	20	20	20	20	80

Hasil analisis data pengambilan dokumentasi NDVI pada tabel 7 terlihat bahwa 19 dari 20 pengambilan dokumentasi non vegetasi terklasifikasi dengan benar yaitu 19 dari 20 sampel non vegetasi, 19 dari 20 sampel jarang, 18 dari 20 sampel sedang, dan 19 dari

20 sampel rapat. Hasil model uji akurasi tersebut memiliki tingkat akurasi yang baik dalam mengklasifikasikan sampel tiap kelas hasil interpretasi maupun survey lapangan. Berikut hasil perhitungan konfusi matriks pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Konfusi Matriks Klasifikasi NDVI 2022

Klasifikasi	<i>Producer Accuracy (%)</i>	<i>User Accuracy (%)</i>	<i>Overall Accuracy (%)</i>
Non Vegetasi	75	93,75	
Jarang	100	80	93,75
Sedang	100	100	
Rapat	95	100	

Hasil perhitungan akurasi pada Tabel 9 diperoleh pada kolom sisi pengolah interpretasi (*Producer Accuracy*) terdapat angka yang menunjukkan persentase jumlah sampel pada suatu kategori klasifikasi yang berhasil diklasifikasikan dengan benar oleh

model. Diketahui bahwa model berhasil mengklasifikasikan 75% sampel pada kategori non vegetasi, 100% sampel pada kategori jarang, 100% sampel pada kategori Sedang, dan 95% sampel pada kategori rapat. Selanjutnya, kolom *User Accuracy*

menunjukkan persentase jumlah sampel pada suatu kategori klasifikasi yang benar diklasifikasikan oleh model dan dianggap benar oleh pengguna. Hasil dari matriks konfusi tersebut, diketahui bahwa akurasi keseluruhan (*Overall Accuracy*) yaitu 93,75% dari sampel kelas klasifikasi non vegetasi, jarang, sedang dan rapat. Meskipun terdapat penurunan akurasi pada kategori Jarang yang perlu diperbaiki pada pengembangan model selanjutnya.

Pengujian Confusion Matrix menunjukkan nilai *Overall Accuracy* tertinggi pada metode NDVI sebesar 93,75%. Sedangkan akurasi keseluruhan (*Overall Accuracy*) metode MLC adalah 92,5%. Menurut Putri *et al.*, (2022) klasifikasi citra dianggap benar jika hasil perhitungan Confusion Matrix $\geq 80\%$. Pengolahan kedua metode tersebut lebih dari batas minimal yang ditetapkan sebagai syarat akurasi. Akurasi keseluruhan metode MLC lebih rendah jika dibanding metode NDVI, menunjukan metode NDVI lebih akurat mengidentifikasi kerapatan vegetasi.

Berdasarkan penelitian Khairawan *et al.*, (2020) metode NDVI dalam menganalisis perubahan indeks kerapatan vegetasi memiliki nilai akurasi lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan metode MLC. Hal ini sejalan dengan hasil uji akurasi pada penelitian ini yang menunjukkan akurasi metode MLC lebih kecil dibanding metode NDVI. Meskipun akurasi metode MLC lebih rendah tetapi bisa lebih efektif untuk interpretasi tutupan lahan dibandingkan mengolah indeks vegetasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan berdasarkan penelitian yaitu pengujian metode kerapatan vegetasi menggunakan Confusion Matrix menunjukkan nilai *Overall Accuracy* metode MLC 92,5%, metode NDVI 93,75%, hasil uji akurasi metode NDVI lebih tinggi dibanding metode MLC. Dalam penelitian ini, hasil akurasi klasifikasi metode NDVI lebih akurat dalam mendeteksi perubahan kerapatan vegetasi. Faktor Metode MLC kurang akurat dikarenakan saat proses pengolahan Training Sample pada citra terlihat warna piksel yang seragam dengan kelas lainnya, serta berdasarkan hasil kedua interpretasi selang waktu 5 tahun menggunakan metode MLC dan metode NDVI,

bahwa tahun 2018 hingga 2022 luas kategori vegetasi cenderung mengalami peningkatan dan terlihat fluktuatif. Metode MLC, luas kategori non vegetasi relatif stabil di atas 9 ha/tahun. Sedangkan hasil metode NDVI, luas kategori non vegetasi cenderung menurun signifikan pada tahun 2020 dan 2021. Dapat disimpulkan bahwa metode NDVI lebih sensitif dalam mendeteksi perubahan pada kerapatan vegetasi. Sementara metode MLC cenderung memberikan hasil yang lebih stabil dan dapat digunakan untuk memantau perubahan lahan dalam jangka waktu yang panjang.

Saran

Saran dari penelitian ini diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat mengumpulkan variasi waktu yang lebih luas sehingga menghasilkan ciri yang lebih terlihat, pengambilan Training Sampel tiap kelas tutupan lahan pada metode MLC sebaiknya menggunakan acuan dari google earth, agar lebih memudahkan proses pemilihan warna pixel yang seragam. Kepada pihak pengelola KHDTK, masyarakat umum, akademik, maupun instansi terkait perlu lebih memperhatikan lingkungan sekitar KHDTK ULM dikarenakan kawasan pegunungan Babaris berperan penting bagi pelestarian lingkungan sekitar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada pihak GEE, ESA, pengelola KHDTK ULM yang telah menyediakan platform, wadah penelitian, serta kepada semua pihak yang telah mendukung dari awal hingga akhir penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, R., Rahayu, Y., Saputro, T., Tjandrakirana, R., Ramdhany, D., Wibawa, M., Silitonga, T. C. R., Damarraya, A., Wulandari, E. Y., Anisah, L. N., Margono, B. A., Setyawan, H., Sofyan, Sumantri, Suprpto, U., Famuria, E., Zahrul, M., & Muttaqin. 2018. Status Hutan dan Kehutanan Indonesia. In *Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI*.
- Arif Maullana, D., & Darmawan, A. 2014. Perubahan Penutupan Lahan Di Taman

- Nasional Way Kambas. *Jurnal Sylva Lestari*, **2**(1), 87.
- Artika, E., Darmawan, A., & Hilmanto, R. 2019. Perbandingan Metode Maximum Likelihood Classification (Mlc) Dan Object Oriented Classification (Ooc) Dalam Pemetaan Tutupan Mangrove Di Kabupaten Selatan. *Society*, **2**(1), 1–19.
- Asma, N. 2018. Analisa Perubahan Lahan Tambak Menggunakan Metode Maximum Likelihood (Studi Kasus: Kota Banda Aceh). *Skripsi: Teknik Informatika FMIPA UNSYIAH*, 9–10.
- Awaliyan, R., & Sulistyoadi, Y. B. 2018. Klasifikasi Penutupan Lahan Pada Citra Satelit Sentinel-2a Dengan Metode Tree Algorithm. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, **2**(2), 98–104.
- Danoedoro, P. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Penerbit Andi.
- Istiavan, S. D., Ndapamury, A. M., Dima, V. A. K., Prasetyo, S. Y. J., & Fibriani, C. 2020. Analisis Ruang Terbuka Hijau pada Kota Surabaya Menggunakan Citra Landsat 8 dan Metode Maximum Likelihood. *Indonesian Journal of Modelling and Computing*, **3**(1), 24–29.
- Johar, A., Vatesia, A., & Rais, R. R. 2020. Perbandingan Pengolahan DAS Bengkulu Menggunakan NDVI dan MLC. *Phylogenomics*, *VII*(September), 157–165.
- Khairawan, A., Falih, N., & Handoko, T. D. 2020. Analisis Perubahan Indeks Kerapatan Vegetasi Memanfaatkan Citra Landsat (Studi Kasus: Provinsi DKI Jakarta). *Senamika*, **1**(2), 62–72.
- Marwati, A., Prasetyo, Y., & Suprayogi, A. 2018. Analisis Perbandingan Klasifikasi Tutupan Lahan Kombinasi Data Point Cloud Lidar Dan Foto Udara Berbasis Metode Segmentasi Dan Supervised. *Jurnal Geodesi Undip*, **7**(1), 36–45.
- Mateo García, G., Gómez Chova, L., Amorós López, J., Muñoz Marí, J., & Camps Valls, G. 2018. Multitemporal cloud masking in the Google Earth Engine. *Remote Sensing*, **10**(7), 7–9.
- Primasari, Y., Harto, A. B., & Hakim, D. M. 2013. Aplikasi Penginderaan Jauh Untuk Pemetaan Kepadatan Lahan Terbangun Sebagai Arahan Fungsi Lahan (Studi Kasus: Kota Metro, Provinsi Lampung). *Repository ITERA*.
- Putri, A. R., Elektro, F. T., Telkom, U., Purnamasari, R., Elektro, F. T., Telkom, U., Elektro, F. T., Telkom, U., Cover, K. K.-L., Forest, R., Forest, R., Forest, R., & Belakang, L. 2022. *Perbandingan Metode Klasifikasi Pemetaan Tutupan Lahan Menggunakan Algoritma Machine Learning Pada Citra Satelit Dengan Google Earth Engine*. **8**(6), 3753–3762.
- Sinabutar, J. J., Sasmito, B., & Sukmono, A. 2020. Studi Cloud Masking Menggunakan Band Quality Assessment, Function of Mask Dan Multi-Temporal Cloud Masking Pada Citra Landsat 8. *Jurnal Geodesi Undip*, **9**(3), 51–60.
- Yahya, H. D., Asyari, M., & Ilham, W. 2019. Estimasi Potensi Tegakan dengan Pemanfaatan Penginderaan Jauh di PT. Prima Multibuana Kabupaten Banjar. *Jurnal Sylva Scienteeae*, **2**(6), 977–989.