

Analisis indeks vegetasi pada citra Landsat 8 untuk penentuan perubahan tutupan lahan di Kabupaten Badung, Provinsi Bali

Putu Aryastana¹, I Gede Yogi Adnyana Puspita Riana^{2,*}, Ilona Dwiye Ni Nahak², I Wayan Wartana²,
Ida Bagus Made Yatana²

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Warmadewa, Denpasar, Bali, Indonesia

²Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Universitas Warmadewa, Denpasar, Bali, Indonesia

*Corresponding authors: yogiadnyana9857@yahoo.com

Submitted: 25 January 2023, Revised: 25 March 2023, Accepted: 27 April 2023

ABSTRACT: One of the common problems in urban regions is urbanization, urbanization, and industrialization trigger land use change, this land use change urges green land in urban areas to shrink, triggering building density which in the future will lead to new problems such as limited natural resources, congestion, and air pollution, Badung is a regency that is currently being attacked by massive land changes, therefore this research was conducted to compare the level of vegetation density and the area of vegetation density using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) technique in 2015 and 2021 over Badung Regency. The supervised classification method was used to produce four classes consisting of water, soil, settlement, and vegetation. The results of this study exhibited the land cover decreased between 2015 and 2021 in the vegetation class around 57.26 km². On the other hand, there is an increase in the land cover class for the settlement, land, and water body categories of 47.38 km², 4.08 km², and 5.80 km², respectively. These results were obtained with an accuracy rate and kappa coefficient is 89.27% and 0.86, respectively. This indicate the classification result in this study was feasible to use.

KEYWORDS: Badung; NDVI; vegetation index.

ABSTRAK: Salah satu permasalahan yang umum terjadi di area perkotaan adalah urbanisasi, urbanisasi serta industrialisasi memicu terjadinya perubahan fungsi lahan, perubahan fungsi lahan ini mendesak lahan hijau di perkotaan semakin mengecil, memicu terjadinya kepadatan bangunan yang kedepannya akan memunculkan masalah baru seperti keterbatasan sumber daya alam, kemacetan, serta polusi udara, Badung merupakan suatu kabupaten yang saat ini sedang diserang oleh perubahan lahan secara besar-besaran, oleh karenanya penelitian ini dilakukan bertujuan untuk membandingkan tingkat kerapatan vegetasi dan luas kerapatan area vegetasi dengan menggunakan metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) pada tahun 2015 dan 2021 di Kabupaten Badung. Metode klasifikasi terbimbing dipergunakan untuk menghasilkan 4 kelas yang terdiri dari air, tanah, permukiman, dan vegetasi. Hasil penelitian saat ini menunjukkan terjadi penurunan tutupan lahan tahun antara tahun 2015 dan 2021 pada kelas vegetasi yaitu sebesar 57.26 km². Disisi lain, terjadi peningkatan tutupan lahan untuk kelas lahan permukiman, tanah, dan badan air berturut-turut sebesar 47.38 km², 4.08 km², dan 5.80 km². Hasil ini diperoleh dengan tingkat akurasi dan kappa coefficient berturut-turut sebesar 89.29% dan 0.86. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil klasifikasi pada penelitian ini layak digunakan.

KATA KUNCI: Badung, NDVI; indeks vegetasi.

© The Author(s) 2020. This article is distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International license.

1 PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan yang umum terjadi di area perkotaan adalah urbanisasi, urbanisasi serta industrialisasi memicu terjadinya perubahan fungsi lahan, perubahan fungsi lahan ini mendesak lahan hijau di perkotaan semakin mengecil, memicu terjadinya kepadatan bangunan yang kedepannya akan memunculkan masalah baru seperti keterbatasan sumber daya alam, kemacetan, serta polusi udara (Syahputra et al., 2021). Ruang terbuka perkotaan merupakan sumber daya alam dan budaya bagi kota, ruang terbuka tidak selalu identik dengan taman, lahan tidur, ataupun rekreasi dengan kata lain ruang terbuka mencakup seluruh area terbuka di perkotaan,

sedangkan Ruang Terbuka Hijau (RTH) merupakan suatu kawasan di dalam kota untuk penghijauan, RTH berperan penting dalam menjaga kualitas udara, pasokan air tanah, pencegahan banjir, serta menurunkan suhu dari kota sehingga RTH sangat wajib dipertahankan keberadaannya di dalam kota (Febrianti & Sofan, 2014).

Kabupaten Badung memiliki luas wilayah 418.52 km² atau sekitar 7.43% dari daratan Pulau Bali. Terdapat 6 kecamatan dan 62 desa/kelurahan di Kabupaten Badung. Kecamatan Kuta merupakan kecamatan dengan luas terkecil, sedangkan Kecamatan Petang adalah kecamatan terluas di Kabupaten Badung. Berdasarkan data Statistik Kabupaten Badung

terdapat penurunan jumlah penduduk dari tahun 2015 hingga 2021, pada tahun 2015 sebanyak 602.7 ribu jiwa yang terdiri dari 307.4 ribu jiwa penduduk laki-laki dan 295.3 ribu jiwa penduduk perempuan, meningkat 2.43 persen dibandingkan dengan proyeksi penduduk tahun 2014 yang hanya sebanyak 589 ribu apabila dibandingkan dengan tahun 2015 pada tahun 2021 terjadi penurunan jumlah penduduk di Kabupaten Badung yang dimana jumlah penduduk tersebut adaah 548,191 jiwa. Penurunan tak hanya terjadi dari sisi kependudukan tetapi juga dari segi lahan hijau dan pertanian, pada tahun 2015 tercatat Kabupaten Badung memiliki 28,244 hektar lahan pertanian sedangkan di tahun 2021 Kabupaten Badung tercatat hanya memiliki 9,800 hektar lahan pertanian (BPS Kabupaten Badung, 2015, 2021)

Vegetasi merupakan salah satu unsur penunjang kehidupan manusia, vegetasi menghasilkan banyak manfaat bagi manusia selain sebagai sumber pangan vegetasi juga mampu mempengaruhi atmosfer di sekitarnya, vegetasi terbagi menjadi berbagai jenis yang beragam oleh karenanya setiap vegetasi memiliki kerapatan yang berbeda-beda (Hayu & Ridwana, 2019). Sebaran dan kerapatan dari vegetasi dapat diketahui dengan pendekatan *spektral mixture analysis* (SMA) atau *vegetation indeks* (VI) dimana pendekatan menggunakan indeks vegetasi dilakukan dalam metode penginderaan jauh. Indeks vegetasi adalah suatu persamaan empiris yang ditetapkan terhadap citra untuk menampilkan aspek vegetasi yang mampu menghasilkan citra baru yang lebih representative. Lebih lanjut, indeks vegetasi juga merupakan suatu transformasi matematis yang melibatkan tiga saluran sekaligus yaitu saluran merah (red), hijau (green), dan inframerah dekat (near infrared) (Winarti & Rahmad, 2019). Dalam sistem informasi geografis, *normalized difference vegetation index* (NDVI) merupakan suatu bentuk transformasi citra umum yang merefleksikan tutupan vegetasi, NDVI mampu mendeskripsikan tutupan vegetasi yang terlihat dengan reflektansi saluran infra merah dekat serta dapat juga digunakan dalam memperkirakan tingkat kepadatan vegetasi di suatu area (Budiputra, 2021). Oleh karenanya dengan menggunakan NDVI sebagai standar maka dapat menganalisa citra satelit dengan kerapatan, biomassa, serta tingkat kehijauan yang berbeda (Nailufar, 2018).

Integrasi sistem informasi geografis dan penginderaan dapat digunakan untuk pengaplikasian analisis tingkat kerapatan vegetasi pada suatu kawasan. "Penginderaan jauh adalah ilmu untuk mendapatkan informasi tentang gejala, obyek atau daerah melalui analisis data yang didapatkan dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan gejala, obyek atau daerah tersebut" (Darmo et al., 2018). Landsat 8 yang diluncurkan pada tahun 2013 adalah salah satu produk penginderaan jauh yang dapat dipergunakan dalam

analisis kerapatan vegetasi. Resolusi spasial dan temporal yang cukup baik mampu memberikan data series yang dapat diunduh secara gratis untuk dapat dimanfaatkan melakukan analisis tutupan lahan seperti identifikasi sawah padi yang memiliki 4 fase utama dalam pertumbuhannya yaitu fase air, vegetatif, generatif dan bera oleh karenanya Landsat 8 cocok digunakan untuk sumber data analisis NDVI di Kabupaten Badung (Ardiansyah et al., 2015).

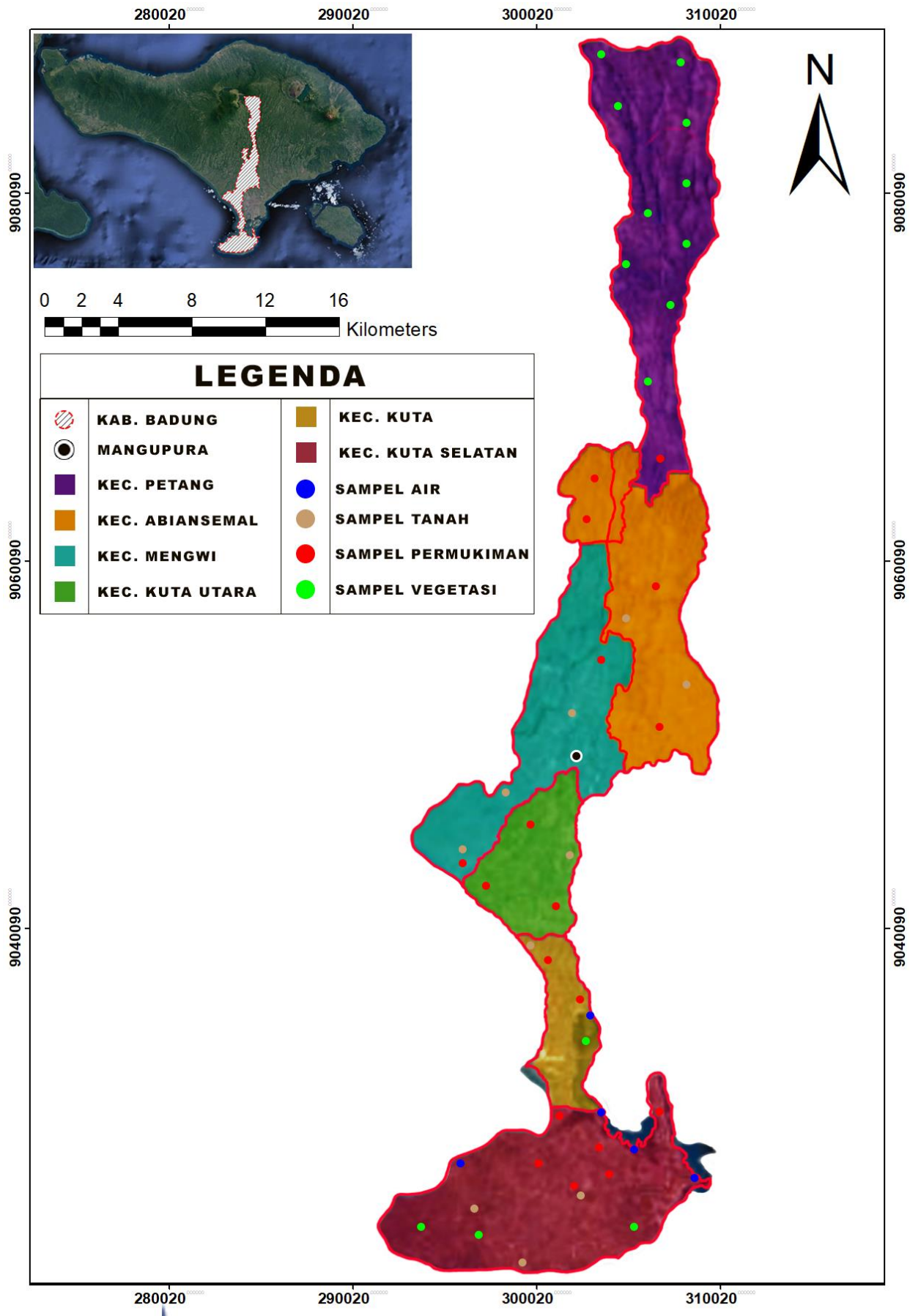
Penelitian mengenai perubahan lahan di Kabupaten Badung dengan metode NDVI dan citra Landsat 8 sebelumnya sudah pernah dilakukan yaitu hanya memfokuskan pada identifikasi kerusakan atau perubahan yang terjadi pada kawasan hutan mangrove di Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali (TAHURA) pada periode Maret sampai Juli 2014 (Rumada et al., 2015). Klasifikasi kerusakan mangrove yang terjadi di kawasan TAHURA dibagi menjadi tiga kategori yaitu tidak rusak seluas 1042.02 hektar, kerusakan sedang seluas 22.68 hektar, dan kerusakan berat seluas 20.25 hektar dengan tingkat keakuratan klasifikasi NDVI sebesar 75% (Rumada et al., 2015).

Berdasarkan hasil studi literature, belum terdapat studi analisis mengenai perubahan tutupan vegetasi di Kabupaten Badung. Oleh karena itu tujuan pada studi saat ini adalah untuk menganalisis perubahan kerapatan vegetasi di Kabupaten Badung pada tahun 2015 dan 2021 dengan memanfaatkan citra Landsat 8 dan mengekstrak nilai NDVInya. Untuk analisa indeks kerapatan vegetasi, metode klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) digunakan untuk memperoleh hasil analisis. Yang dimana untuk proses klasifikasi akan menggunakan algoritma *maximum likelihood*. Teknik ini digunakan karena memiliki keakurasian yang baik. Peta klasifikasi tutupan lahan dan perubahannya diharapkan dapat membantu untuk mengelola dan mengembangkan serta mengatasi permasalahan perubahan penggunaan lahan yang ada di Kabupaten Badung. Hasil penelitian ini juga kedepannya dapat menjadi acuan mengenai indeks perubahan tutupan lahan dengan metode NDVI di Kabupaten Badung.

2 METODOLOGI

2.1 Wilayah Studi

Wilayah studi analisis perubahan kerapatan vegetasi dilakukan di Kabupaten Badung yang secara geografis terletak pada 8.24° LS – 8.85° LS dan 115.08° BT – 115.45° BT (Gambar 1). Pemilihan Kabupaten Badung sebagai wilayah studi karena perkembangan pembangunan infrastruktur kawasan yang cukup pesat yang dikaitkan dengan pendapatan asli daerah yang tinggi (Wirata, 2022). Disisi lain Kabupaten Badung juga memiliki kepadatan penduduk yang cukup tinggi (BPS Provinsi Bali, 2022).



Gambar 1. Peta Kabupaten Badung yang dilengkapi dengan kecamatan dan distribusi *training sample*

2.2 Dataset

Sumber utama data citra dari penelitian saat ini adalah menggunakan citra Landsat 8 pada tanggal 15 April 2015 dan 6 Februari 2021 (Gambar 2) yang diperoleh dari lembaga survei geologi Amerika Serikat, USGS (United States Geological Survey) pada laman <https://earthexplorer.usgs.gov/>, dan data peta administrasi Kabupaten Badung di download pada portal Indonesia Geospasial pada lama <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web>. Perangkat

lunak ArcMaP 10.3 digunakan sebagai alat bantu dalam pengolahan citra Landsat 8.

Tantangan yang sering dihadapi dalam memproses citra Landsat 8 adalah adanya bayangan awan dan awan. Kualitas citra sangat dipengaruhi oleh tutupan awan dan bayangan awan (Sinabutar et al., 2020). Gambar 2 menunjukkan kualitas citra yang dipilih pada studi saat ini memiliki tutupan awan lebih kecil dari 10%, yaitu berturut –turut 5.56% dan 3.9% untuk citra Landsat 8 tahun 2015 (Gambar 2a) dan 2021 (Gambar 2b).



Gambar 2. Citra Landsat 8 level 1: (a) 15 April 2015, (b) 6 Februari 2021

2.3 Metode

Analisis indeks vegetasi pada studi saat ini menggunakan teknik NDVI. Pada teknik NDVI membutuhkan nilai reflektansi permukaan pada citra Landsat 8 tahun 2015 dan 2021. NDVI merupakan indeks ‘kehijauan’ vegetasi yang mempunyai rentang nilai antara -1 sampai +1 (Mohajane et al., 2018). Angka negatif pada NDVI menunjukkan kerapatan vegetasi rendah seperti rawa, air, sungai, permukiman sedangkan angka positif menunjukkan vegetasi tinggi (Arifin, 2018). Adapun untuk rumus dari NDVI adalah sebagai berikut (Aryastana et al., 2023; Que et al., 2019):

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

dimana NDVI adalah *normalized difference vegetation index*, NIR menunjukkan nilai reflektansi permukaan untuk kanal *near infra red* (band 5 pada citra Landsat 8), dan RED merepresentasikan nilai reflektansi permukaan untuk kanal *red* (band 4 pada citra Landsat 8).

Klasifikasi tutupan lahan yang digunakan pada studi ini adalah klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) yang didasarkan pada nilai NDVI di

suatu titik yang telah diketahui jenis objeknya atau klasifikasi objeknya. Instrumen *maximum likelihood* pada perangkat lunak *ArcMap* digunakan dalam klasifikasi terbimbing pada studi ini. Hasil klasifikasi sangat ditentukan jumlah sampel objek (*training sample*) yang digunakan (Humaidah et al., 2015; Septiani et al., 2019). Penentuan training sample ini sendiri dilakukan secara teliti sesuai dengan gambaran peta, agar nantinya mendapatkan hasil klasifikasi yang optimal. Klasifikasi yang digunakan pada studi ini terbagi menjadi empat kelas yaitu air, tanah, permukiman, dan vegetasi. Jumlah dan sebaran *training sample* yang digunakan dalam klasifikasi dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah *Training Sample* sesuai dengan Klasifikasi Tutupan Lahan

Klasifikasi Tutupan Lahan	Jumlah <i>Training Sample</i>
Air	5
Tanah	10
Permukiman	18
Vegetasi	14
Total	47

Penilaian kinerja hasil klasifikasi tutupan lahan merupakan tahapan yang paling penting untuk memberikan gambaran tentang tingkat keakurasian dari hasil klasifikasi (Mohajane et al., 2018). Matrik kesalahan digunakan dalam proses mencari nilai akurasi dalam klasifikasi yaitu melalui perbandingan kesesuaian hasil klasifikasi dengan sampel yang telah diverifikasi di lapangan (*testing sample*) (Aryastana, Mosa, et al., 2022). Jumlah *testing sample* yang digunakan untuk menilai tingkat akurasi hasil klasifikasi tutupan lahan pada studi ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah *Testing Sample* sesuai dengan Klasifikasi Tutupan Lahan

Klasifikasi Tutupan Lahan	Jumlah <i>Testing Sample</i>
Air	31
Tanah	26
Permukiman	40
Vegetasi	43
Total	140

Indikator akurasi yang digunakan adalah *user accuracy (UA)*, *producer’s accuracy (PA)*, *overall accuracy (OA)*, dan *kappa coefficient (KC)* (Lestari et al., 2021; Patel & Kaushal, 2010). Tingkat akurasi minimum yang dianjurkan berdasarkan referensi studi sebelumnya adalah 85% (Foody, 2002; Mohajane et al., 2018; Thomlinson et al., 1999), sedangkan kriteria peringkat untuk nilai *KC* dapat dilihat pada Tabel 3 (Lestari et al., 2021).

Tabel 3. Kriteria nilai *KC*

<i>KC</i>	Kriteria Kecocokan
< 0	Sangat Lemah
0.00 – 0.20	Agak Lemah
0.21 – 0.40	Cukup
0.41 – 0.60	Sedang
0.61 – 0.80	Kuat
0.81 – 1.00	Sangat kuat

Sumber: (Lestari et al., 2021)

Perhitungan indikator akurasi disajikan pada Persamaan 2 sampai dengan Persamaan 5, berikut ini (Barsi et al., 2018; Lestari et al., 2021; Patel & Kaushal, 2010):

$$UA = \left(\frac{X_{ii}}{X_{+i}}\right) \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

$$PA = \left(\frac{X_{ii}}{X_{i+}}\right) \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^N X_{ii}}{N} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

$$KC = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^N X_{ii} - \sum_{i=1}^N X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^N X_{i+} X_{+i}} \dots\dots\dots (5)$$

dimana *N* menunjukkan total jumlah sampel, *X_{ii}* merepresentasikan nilai diagonal matriks pada kolom ke-*i* dan baris ke-*i*, *X_{i+}* adalah jumlah pada baris ke-*i*, dan *X_{+i}* menunjukkan jumlah pada kolom ke-*i*.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tutupan Lahan

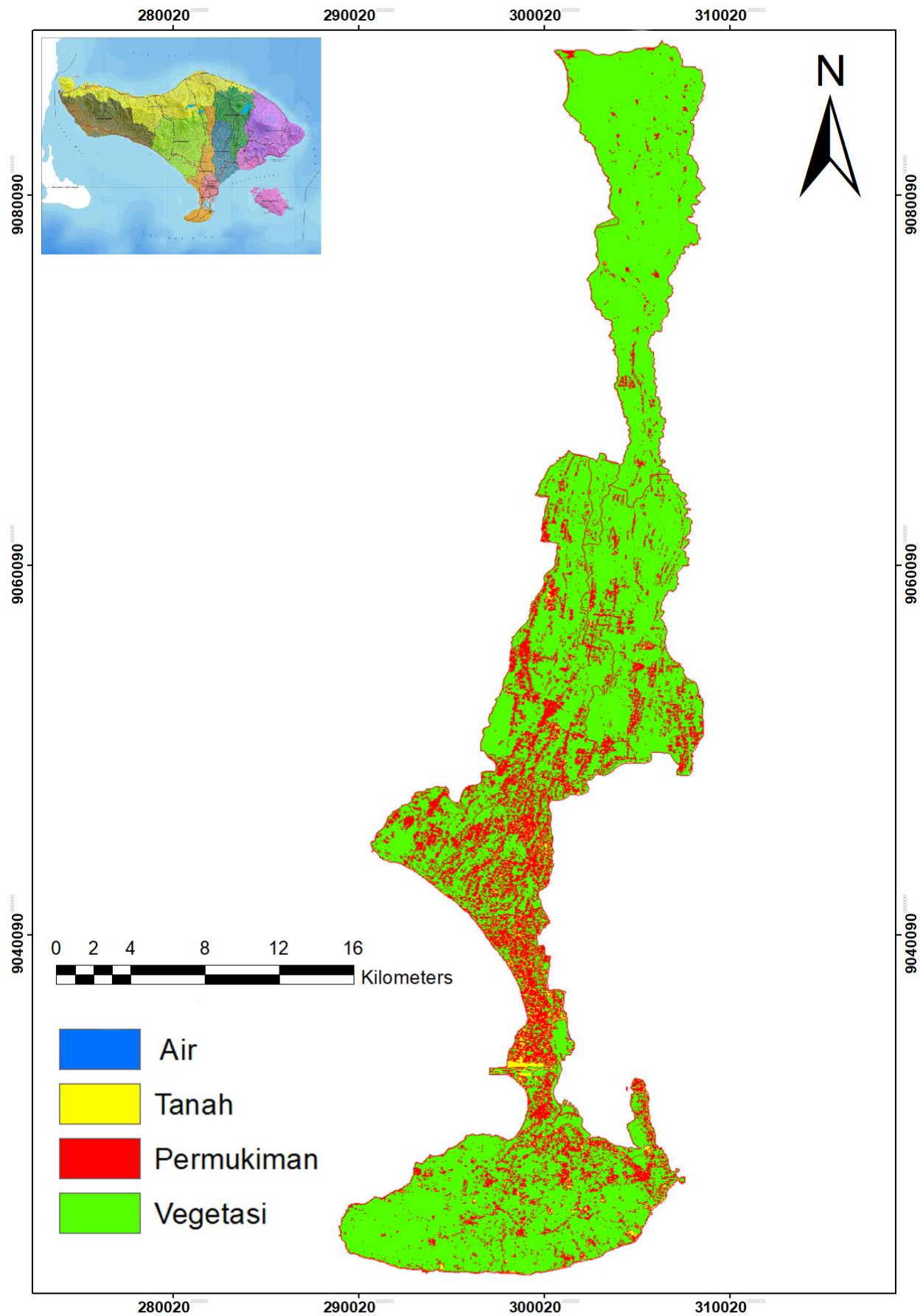
Berdasarkan analisis data NDVI maka berikut adalah klasifikasi vegetasi di daerah Kabupaten Badung pada tahun 2015 dan 2021 terdiri dari air, tanah, lahan permukiman, serta vegetasi (Gambar 3 dan Gambar 4). Terlihat dari hasil analisis vegetasi masih sangat tinggi di tahun 2015 (Gambar 3). Berdasarkan Gambar 3 maka dapat dilihat bahwa vegetasi masih mendominasi tutupan lahan di kabupaten badung pada tahun 2015 terutama pada wilayah petang yang masih sedikit terjadi perubahan lahan, perubahan lahan terbanyak terjadi di kecamatan Kuta, Kuta Utara, dan Mengwi dimana 3 kecamatan ini merupakan pusat perkotaan serta aktivitas kepariwisataan di kabupaten badung, pada gambar diatas juga ditemukan badan air yang mewakili waduk serta area perairan di kawasan taman mangrove Ngurah Rai.

Seiring dengan pertumbuhan penduduk serta ekonomi di kabupaten badung maka alih fungsi lahan besar-besaran pun terjadi, dapat dilihat dari Gambar 4 dimana kawasan Kuta, Kuta Utara, Mengwi, sudah kehilangan sebagian besar lahan vegetasi, terlihat dari indeks warna klasifikasi, sedangkan kawasan Kuta Selatan juga sudah mengalami perubahan lahan sebanyak lebih kurang 45% dibandingkan dengan tahun 2015.

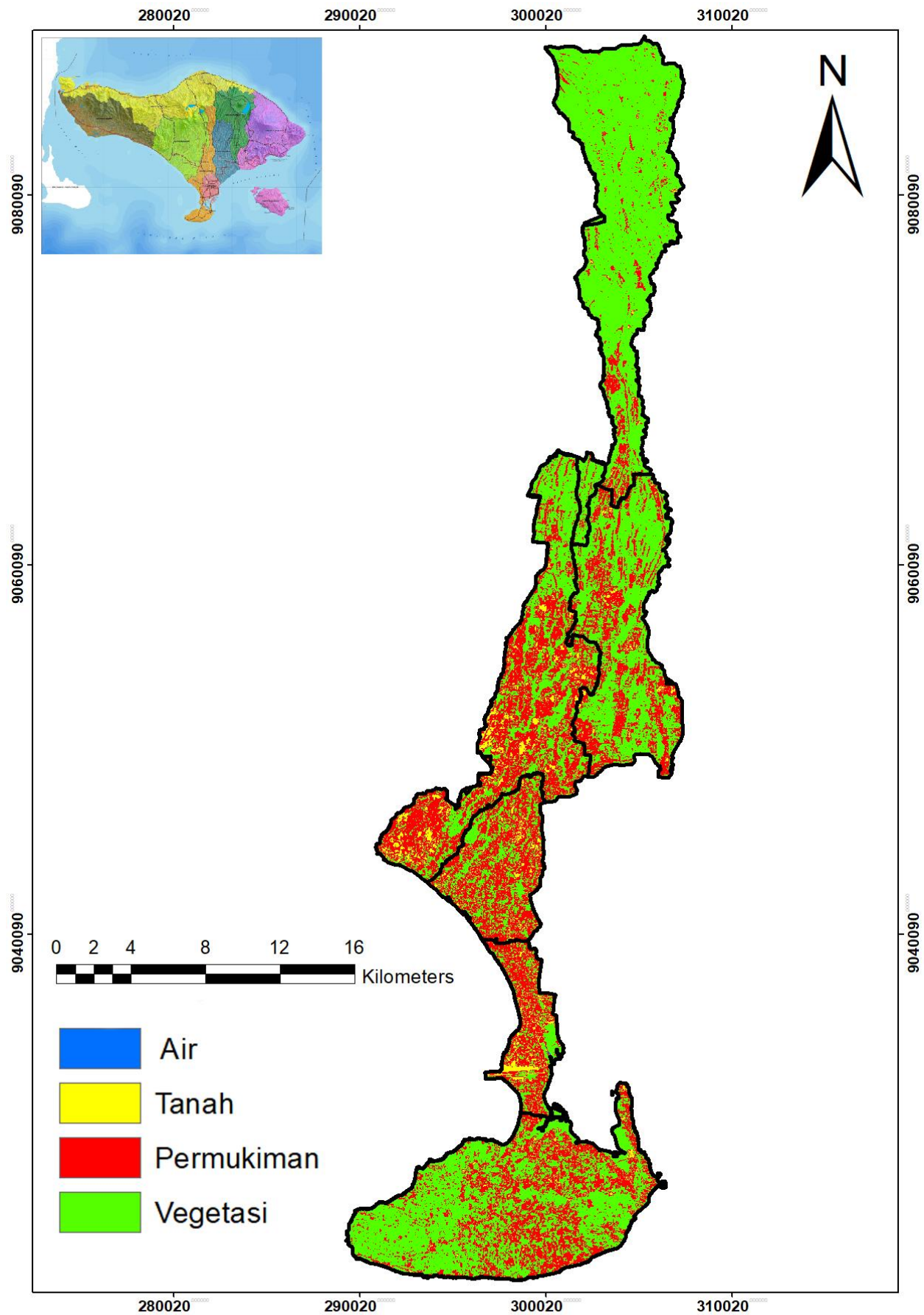
Analisis perubahan tutupan lahan Kabupaten Jembrana ini dilakukan dengan membandingkan 2 citra dengan rentang waktu 7 tahun. Berdasarkan hasil analisis tutupan lahan tahun 2015 (Gambar 3) dan 2021 (Gambar 4) disajikan pada Tabel 4.

Berdasarkan data hasil analisis citra Landsat 8 tahun 2015 dan 2021, maka data yang dihasilkan menunjukkan bahwa Kabupaten Badung yang diklasifikasikan memiliki total luasan penggunaan lahan seluas 418.52 km², dengan tingkat perubahan lahan yang massif terjadi pada muka badan air di Kabupaten Badung terlihat dari perbandingan luasan pada tahun 2015 dan 2021 terjadi peningkatan sebesar 5.80 km² dengan persentase mencapai 101.22%.

Selain badan air area permukiman juga turut andil merubah wajah Kabupaten Badung terlihat dari peningkatan luasan permukiman sebanya 47.38 km² atau sebesar 103.04 % dibandingkan tahun 2015, untuk muka tanah sendiri peningkatannya cukup signifikan juga dengan angka 4.08 km² atau 39.9%, hal negative justru terlihat dari sisi tutupan vegetasi Kabupaten Badung yang mengalami perubahan lahan seluas 57.26 km² atau sebesar 16.09 % dibandingkan tahun 2015.



Gambar 3. Tutupan lahan Kabupaten Badung tahun 2015



Gambar 4. Tutupan lahan Kabupaten Badung tahun 2021

Tabel 4. Perubahan luas tutupan lahan Kabupaten Badung dari tahun 2015 ke 2021

No	Tutupan Lahan	2015		2021		Perubahan	
		Luas (km ²)	Persentase (%)	Luas (km ²)	Persentase (%)	Luas (km ²)	Persentase (%)
1	Air	5.73	1.37	11.53	2.75	5.80	101.22
2	Tanah	11.03	2.64	15.11	3.61	4.08	36.99
3	Permukiman	45.98	10.99	93.36	22.31	47.38	103.04
4	Vegetasi	355.78	85.01	298.52	71.33	-57.26	-16.09
	Total	418.52	100.00	418.52	100.00		

Perubahan lahan ini dapat disebabkan oleh adanya kegiatan pengelolaan lahan yang kurang tepat ataupun juga imbas dari meningkatnya kawasan permukiman di Kabupaten Badung, pembangunan infrastruktur skala internasional pun juga banyak dilakukan di Kabupaten Badung seperti perluasan Airport Ngurah Rai, Pembangunan Hotel, Beach Club maupun sarana pariwisata lainnya hal ini lah yang seharusnya mulai diperhatikan agar kedepannya jangan sampai Kabupaten Badung benar-benar kehilangan tutupan lahan vegetasi. Hasil studi saat ini juga sejalan dengan hasil studi sebelumnya di Kabupaten Bangli yang juga mengalami perubahan yang signifikan pada klasifikasi permukiman dan vegetasi seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan perkembangan pembangunan (Aryastana, Mosa, et al., 2022).

Secara umum untuk luasan area tutupan lahan hijau atau vegetasi di Kabupaten Badung masih sesuai dengan kriteria persentase minimum kawasan hijau

sebesar 30.00% sesuai dengan syarat Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang tentang perlunya penyediaan Ruang Terbuka Hijau pada wilayah Kota (Presiden Republik Indonesia, 2007).

3.2 Tingkat Akurasi Klasifikasi Tutupan Lahan

Pengamatan awal menunjukkan bahwa hasil klasifikasi tutupan lahan terlihat wajar. Validasi hasil analisis produk penginderaan jauh perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat keakurasian produk tersebut (Aryastana, Liu, et al., 2022). Pengujian tingkat akurasi hasil klasifikasi dilakukan dengan membandingkan sebanyak 140 titik sampel hasil survey lapangan dengan hasil klasifikasi menggunakan evaluasi kuantitatif dalam bentuk matriks kesalahan. Hasil analisis tingkat akurasi untuk masing-masing kelas tutupan lahan di Kabupaten Badung pada tahun 2015 dan 2021 dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Matriks kesalahan uji akurasi pada tahun 2015

		Kebenaran Lapangan				Total	UA (%)
		Air	Tanah	Permukiman	Vegetasi		
Model	Air	31	0	0	0	31	100.00
	Tanah	0	18	3	5	26	69.23
	Permukiman	0	4	36	0	40	90.00
	Vegetasi	0	0	5	38	43	88.37
	Total	31	22	44	43	140	86.90
	PA (%)	100.00	81.82	81.82	88.37	88.00	
	OA (%)				87.86		
	KC				0.84		

Tabel 6. Matriks kesalahan uji akurasi pada tahun 2021

		Kebenaran Lapangan				Total	UA (%)
		Air	Tanah	Permukiman	Vegetasi		
Model	Air	27	2	2	0	31	87.10
	Tanah	0	22	3	1	26	84.62
	Permukiman	0	3	36	1	40	90.00
	Vegetasi	0	0	3	40	43	93.02
	Total	27	27	44	42	140	88.68
	PA (%)	100.00	81.48	81.82	95.24	89.63	
	OA (%)				89.29		
	KC				0.86		

Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai indikator akurasi PA untuk kelas tutupan lahan air, tanah, permukiman, dan vegetasi berturut-turut adalah 100.00%, 81.82%, 81.82%, dan 88.37%. Rata-rata nilai PA adalah 88.00%. Nilai indikator akurasi UA untuk masing-masing kelas tutupan lahan air, tanah, permukiman, dan vegetasi berturut-turut adalah 100.00%, 69.23%, 90.00%, dan 88.37%. Dimana rata-rata nilai UA adalah 86.90%. Nilai indikator tingkat akurasi OA adalah 87.76%, sedangkan nilai KC sebesar 0.84. Hal ini berarti bahwa tingkat kriteria kecocokan antara data lapangan dengan model hasil klasifikasi adalah sangat kuat.

Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui bahwa nilai indikator akurasi PA untuk kelas tutupan lahan air, tanah, permukiman, dan vegetasi berturut-turut adalah 100.00%, 81.48%, 81.82%, dan 95.24%. Rata-rata nilai PA adalah 89.63%. Nilai indikator akurasi UA untuk masing-masing kelas tutupan lahan air, tanah, permukiman, dan vegetasi berturut-turut adalah 87.10%, 84.62%, 90.00%, dan 93.02%. Dimana rata-rata nilai UA adalah 88.68%. Nilai indikator tingkat akurasi OA adalah 89.29%, sedangkan nilai KC sebesar 0.86. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kriteria kecocokan antara data lapangan dengan model hasil klasifikasi adalah sangat kuat.

Secara keseluruhan nilai indikator akurasi (PA, UA, dan OA) hasil klasifikasi lebih besar dari 85.00% dan nilai *kappa coefficient* lebih besar dari 0.81, hal ini memperlihatkan bahwa klasifikasi kelas tutupan lahan di Kabupaten Badung tahun 2015 dan 2021 mampu terpetaan secara baik. Seluruh indikator keakurasian ini memperlihatkan tingkat keabsahan suatu hasil klasifikasi tutupan lahan yang telah memenuhi standar tingkat keakurasian (Sinabutar et al., 2020). Oleh karena itu, hasil keakurasian klasifikasi tutupan lahan pada studi ini dapat dijadikan acuan bahwa metode klasifikasi terbimbing sangat baik untuk diterapkan untuk identifikasi tutupan lahan dari citra Landsat 8. Studi sebelumnya di Kabupaten Bangli juga menunjukkan bahwa penggunaan klasifikasi terbimbing juga menghasilkan tingkat keakurasian di atas 85% (Aryastana, Mosa, et al., 2022).

4 KESIMPULAN

Citra satelit Landsat 8 pada tahun 2015 dan 2021 digunakan untuk mendapatkan perubahan tutupan lahan di Kabupaten Badung dengan melakukan ekstraksi nilai NDVI melalui teknik klasifikasi terbimbing. Hasil penelitian saat ini menunjukkan terjadi penurunan tutupan lahan tahun antara tahun 2015 dan 2021 pada kelas vegetasi yaitu sebesar 57.26 km². Disisi lain, terjadi peningkatan tutupan lahan untuk kelas lahan permukiman, tanah, dan badan air berturut-turut sebesar 47.38 km², 4.08 km², dan 5.80 km². Hasil ini diperoleh dengan tingkat akurasi dan *kappa coefficient* berturut-turut sebesar 89.29% dan

0.86. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil klasifikasi pada penelitian ini layak digunakan.

Studi saat ini menekankan bahwa citra satelit Landsat yang memiliki resolusi spasial 30 m mampu memberikan hasil klasifikasi tutupan lahan yang proporsional. Penggunaan citra satelit dengan resolusi spasial yang lebih tinggi disarankan untuk digunakan pada penelitian selanjutnya untuk mendapatkan tingkat klasifikasi tutupan lahan yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, Subiyanto, S., & Sukmono, A. (2015). Identifikasi Lahan Sawah Menggunakan NDVI dan PCA pada Citra Landsat 8 (Studi Kasus: Kabupaten Demak, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi UNDIP*, 4(4), 316–324. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/9958>
- Arifin, D. (2018). Identifikasi Tutupan Lahan Kota Samarinda dengan Memanfaatkan Citra Satelit Landsat-8 dan Algoritma NDVI. *Elipsoida: Jurnal Geodesi Dan Geomatika*, 1(02), 79–84. <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2018.3470>
- Aryastana, P., Liu, C.-Y., Jong-Dao Jou, B., Cayan, E., Punay, J. P., & Chen, Y. (2022). Assessment of Satellite Precipitation Data Sets for High Variability and Rapid Evolution of Typhoon Precipitation Events in the Philippines. *Earth and Space Science*, 9(9). <https://doi.org/10.1029/2022EA002382>
- Aryastana, P., Mosa, M. I. G., Widiana, W., Putra, I. M. E. E., & Rustiawan, G. (2022). Application of normalized difference vegetation index in classifying land cover change over Bangli regency by using Landsat 8 imagery. *Journal of Infrastructure Planning and Engineering (JIPE)*, 1(1), 8–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.22225/jipe.1.1.2022.8-14>
- Aryastana, P., Widya, I. G. N. A., Dana, G. W. P., Putu, I. S. S., & Tamara, W. W. A. (2023). Estimasi perubahan tutupan lahan dengan menggunakan normalized difference vegetation index (NDVI) di Kabupaten Klungkung Provinsi Bali. *Jurnal Teknik Gradien*, 15(1), 45–51. <http://www.ojs.unr.ac.id/index.php/teknikgradien>
- Barsi, Á., Kugler, Z., László, I., Szabó, G., & Abdulmutalib, H. M. (2018). Accuracy Dimensions in Remote Sensing. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLII-3*, 61–67. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-3-61-2018>
- BPS Kabupaten Badung. (2015). *Kabupaten Badung Dalam Angka 2015*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Badung.
- BPS Kabupaten Badung. (2021). *Kabupaten Jembrana Dalam Angka 2021*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Badung.
- BPS Provinsi Bali. (2022). *Beberapa Karakteristik Penduduk Menurut Kabupaten/Kota di Bali Hasil Sensus Penduduk 2020*. Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. <https://bali.bps.go.id/statistictable/2021/04/12/173/beberapa-karakteristik-penduduk-provinsi-bali-menurut-kabupaten-kota-hasil-sensus-penduduk-2010-dan-2020.html>
- Budiputra, A. R. (2021). Analisis Kerapatan Vegetasi di Kabupaten Magelang Menggunakan Citra Landsat 8 Bermetode NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). *Jurnal Sosial Teknologi*, 1(11). <https://doi.org/10.36418/jurnalsostech.v1i11.231>
- Darmo, K., Suarabawa, K. N., & Widagda, I. G. A. (2018). Analisa Perubahan Luas Tingkat Kerapatan Mangrove Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali dengan

- Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 Analysis of Changes in Area of Mangrove Density at Ngurah Rai Bali Grand Forest Park Using Image of Landsat 8 Satellite. *Buletin Fisika*, 19(2), 58–63.
- Febrianti, N., & Sofan, P. (2014). Ruang Terbuka Hijau di DKI Jakarta Berdasarkan Analisis Spasial dan Spektral Data Landsat 8. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014*, 498–504.
- Foody, G. M. (2002). Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80(1), 185–201. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(01\)00295-4](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00295-4)
- Hayu, M. K., & Ridwana, R. (2019). Analisis Kerapatan Vegetasi untuk Area Pemukiman dengan Memanfaatkan Citra Satelit Landsat di Kota Tasikmalaya. *JURNAL GEOGRAFI*, 8(2), 78. <https://doi.org/10.24036/geografi/vol8-iss2/845>
- Humaidah, N., Sudarsono, B., & Prasetyo, Y. (2015). Analisis Perbandingan Kepadatan Pemukiman Menggunakan Klasifikasi Supervised dan Segmentasi (Studi Kasus: Kota Bandung). *Jurnal Geodesi UNDIP*, 4(4), 73–80. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/9931>
- Lestari, N. A., Ridwan, I., & Fahrudin, F. (2021). Identifikasi Penggunaan Lahan Menggunakan Metode Klasifikasi Maksimum Likelihood Pada Citra Satelit Landsat 8 OLI/TIRS Di Kabupaten Lamandau Provinsi Kalimantan Selatan Tengah. *Jurnal Natural Scientiae*, 1(1), 29–34. <https://doi.org/10.20527/jns.v1i1.4426>
- Mohajane, M., Essahlaoui, A., Oudija, F., El Hafyani, M., Hmaidi, A. El, El Ouali, A., Randazzo, G., & Teodoro, A. C. (2018). Land Use/Land Cover (LULC) Using Landsat Data Series (MSS, TM, ETM+ and OLI) in Azrou Forest, in the Central Middle Atlas of Morocco. *Environments*, 5(12), 131. <https://doi.org/10.3390/environments5120131>
- Nailufar, B. (2018). Analisis Perubahan Indeks Kerapatan Vegetasi dengan Metode Analisis Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) di Kota Batu Berbasis Sistem Informasi Geografis (GIS) dan Penginderaan Jauh. *Mintakat: Jurnal Arsitektur*, 19(2). <https://doi.org/10.26905/mintakat.v19i2.2356>
- Patel, N., & Kaushal, B. (2010). Improvement of user's accuracy through classification of principal component images and stacked temporal images. *Geo-Spatial Information Science*, 13(4), 243–248. <https://doi.org/10.1007/s11806-010-0380-0>
- Presiden Republik Indonesia. (2007). *Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang*. Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- 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 Computing and Modeling*, 2(1), 1–7. <https://ejournal.uksw.edu/icm/article/view/2534>
- Rumada, I. W., Kesumadewi, A. A. I., & Suyarto, R. (2015). Interpretasi Citra Satelit Landsat 8 Untuk Identifikasi Kerusakan Hutan Mangrove di Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali. *Agroekoteknologi Tropika*, 4(3), 234–243.
- Septiani, R., Citra, I. P. A., & Nugraha, A. S. A. (2019). Perbandingan Metode Supervised Classification dan Unsupervised Classification terhadap Penutup Lahan di Kabupaten Buleleng. *JURNAL GEOGRAFI*, 16(2), 90–96. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/jg.v16i2.19777>
- 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.
- Syahputra, A., Jatmiko, R. H., Hizbaron, D. R., & Fariz, T. R. (2021). *Perbandingan Indeks Lahan Terbangun NDBI dan Land Surface Temperature Dalam Memetakan Kepadatan Bangunan di Kota Medan*. 16–22.
- Thomlinson, J. R., Bolstad, P. V., & Cohen, W. B. (1999). Coordinating Methodologies for Scaling Landcover Classifications from Site-Specific to Global. *Remote Sensing of Environment*, 70(1), 16–28. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(99\)00055-3](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(99)00055-3)
- Winarti, & Rahmad, R. (2019). Analisis Sebaran dan Kerapatan Vegetasi Menggunakan Citra Landsat 8 Di Kabupaten Dairi, Sumatera Utara. *JURNAL SWARNABHUMI: Jurnal Geografi Dan Pembelajaran Geografi*, 4(1), 61–65.
- Wirata, G. (2022). Strategi Peningkatan Ketahanan Pangan pada Masa Pandemi COVID-19 melalui Penguatan Kearifan Lokal di Kabupaten Badung Bali. *Jurnal Kajian Bali*, 12(1), 69–88.