

ANALISIS INDEKS VEGETASI PADA CITRA LANDSAT 8 DALAM PENENTUAN PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DI KABUPATEN BADUNG

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

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Warmadewa

² Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Universitas Warmadewa
^{*} yogiadnyana9857@yahoo.com

Abstract –

One of the common problems in urban areas 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 district 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 NDVI vegetation index method in 2015 and 2021 in Badung Regency. The NDVI method is used by using the Supervised Classification method to produce 4 classes consisting of Water, Soil, Settlement, and Vegetation. The results of the study showed a decrease in land cover in 2015 and 2021 in forest/vegetation, namely 57.26 Km², settlement land as much as 47.38 km², water bodies as much as 5.8 Km² and the last land surface as much as 4.08 Km², where these results were obtained with a land cover accuracy rate of 87.33% which made the map from this study suitable for use.

Keyword: 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 indeks vegetasi NDVI pada tahun 2015 dan tahun 2021 di Kabupaten Badung. Metode NDVI digunakan dengan menggunakan metode klasifikasi terbimbing (Supervised Classification) menghasilkan 4 kelas yang terdiri dari Air, Tanah, Permukiman, dan Vegetasi. Hasil dari penelitian menunjukkan terjadi penurunan tutupan lahan tahun 2015 dan 2021 pada hutan/vegetasi yaitu sebesar 57,26 Km², lahan permukiman sebanyak 47,38 km², badan air sebanyak 5,8 Km² dan yang terakhir muka tanah sebanyak 4,08 Km², yang dimana hasil ini diperoleh dengan tingkat akurasi tutupan lahan sebesar 87,33% yang membuat peta dari penelitian ini layak digunakan.

Kata Kunci: Badung, NDVI, Indeks Vegetasi

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 [1]. 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

Commented [WU1]: Sesuai dengan hasil review maka artikel masih perlu DIPERBAIKI apabila ingin diterima untuk diterbitkan pada Jurnal Paduraksa. Hasil pengecekan plagiaris dengan turnitin menunjukkan adanya tingkat kemiripan sebesar 38%, ini belum memenuhi standar jurnal PADURAKSA yang syaratnya lebih kecil dari 25%. Mohon lakukan paraphrase untuk setiap pernyataan yang diambil dari sumber lain atau berikan sitasi kepada sumbernya! Silakan perbaiki artikel berdasarkan komentar yang ada pada masing-masing sub bab! Susun artikel berdasarkan template yang tersedia pada web PADURAKSA!

Commented [WU2]: Secara umum artikel sudah disusun dengan baik mengikuti kaidah ilmiah. Ada beberapa hal yang masih perlu diperbaiki seperti komentar pada masing-masing sub bab.

Commented [WU3]: Cek template untuk sitasi dan daftar pustaka!

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 [2].

Secara geografis Kabupaten Badung terletak antara 80 14'20" – 8 0 50'52" Lintang Selatan dan 1150 05'03" – 1150 26'51" Bujur Timur dengan luas wilayah 418,52 Km² atau sekitar 7,43% dari daratan Pulau Bali. Terbagi atas 6 wilayah kecamatan dan 62 desa/kelurahan. Dari 6 kecamatan, Kecamatan Petang memiliki luas terbesar yaitu 115 Km², sedang Kecamatan Kuta merupakan kecamatan yang terkecil dengan luas 17,52 Km². 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 [3], [4].

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 [5]. 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 merupakan suatu algoritma yang ditetapkan terhadap citra untuk menampilkan aspek vegetasi ataupun aspek lain (Leaf Area Index, biomassa, konsentrasi klorofil) yang terkait sehingga menghasilkan citra baru yang lebih representatif, indeks vegetasi merupakan suatu transformasi matematis yang melibatkan tiga saluran sekaligus yaitu saluran merah (red), hijau (green), dan inframerah dekat (near infrared) [6]. Dalam sistem informasi geografis, *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) merupakan suatu bentuk transformasi citra umum yang merefleksikan studi vegetasi, NDVI mampu mendeskripsikan tutupan vegetasi yang terlihat dengan reflektansi *near-infrared* serta dapat juga digunakan dalam memperkirakan tingkat kepadatan vegetasi di suatu area [7]. Oleh karenanya dengan menggunakan NDVI sebagai standar maka peneliti dapat menganalisa citra satelit dengan kerapatan, biomassa, serta tingkat kehijauan yang berbeda [8].

Untuk menganalisis tingkat kerapatan vegetasi di suatu wilayah dapat menggunakan teknologi Sistem Penginderaan Jauh yaitu Sistem Informasi Geografis (SIG). 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 [9]. Salah satu citra yang dapat dimanfaatkan dalam teknologi penginderaan jauh yaitu *Landsat 8* yang merupakan produk citra dari generasi *Landsat* yang diluncurkan pada tahun 2013, *Landsat 8* memiliki resolusi spasial menengah, tanpa biaya dan mudah diperoleh. *Landsat 8* memiliki resolusi temporal setiap 16 hari sekali, sehingga dapat dimungkinkan melakukan analisis objek secara *time series* 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 [10].

Penelitian mengenai perubahan lahan di Kabupaten Badung dengan metode NDVI sebelumnya sudah pernah dilakukan oleh Rumada, dkk (2015) namun dalam penelitiannya Rumada hanya memfokuskan pada identifikasi kerusakan hutan mangrove di Taman Hutan Raya Nguurah Rai Bali. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil yang berupa klasifikasi tingkat kerusakan mangrove yaitu tidak rusak seluas 1.042,02 Ha, kerusakan sedang seluas 22,68 Ha, dan rusak berat seluas 20,25 Ha [11].

Berdasarkan permasalahan diatas maka penelitian ini perlu dilakukan selain untuk memperoleh tingkat kerapatan vegetasi dan luas area kerapatan vegetasi di Kabupaten Badung, penelitian ini juga kedepannya dapat menjadi acuan mengenai indeks perubahan lahan dengan metode NDVI di Kabupaten Badung, dalam penelitian ini citra satelit yang digunakan adalah *Landsat 8* dimana akan mengambil citra peta dari kabupaten badung pada tahun 2015 dan 2021, dengan menggunakan metode NDVI 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*. Algoritma ini dipilih karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Hasil dari

Untuk mendapatkan klasifikasi citra yang akurat maka diperlukan untuk training sampel yang nantinya akan digunakan sebagai acuan. Dalam penentuan training sampel ini sendiri dilakukan secara teliti sesuai dengan gambaran peta, agar nantinya mendapatkan hasil klasifikasi yang optimal, adapun untuk klasifikasi yang digunakan akan terbagi menjadi 4 kelas yaitu Air, Tanah, Permukiman, dan Vegetasi. Adapun jumlah pengambilan training sampel dalam penelitian ini yakni disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Persebaran Training Sampel

Klasifikasi Tutupan Lahan	Training Sampel	
	Training	Testing
Hutan	15	16
Permukiman	18	19
Lahan Kosong	10	10
Sawah	14	15
Air	5	5
Total	62	65

Sumber : Pengolahan Data, 2022

Commented [WU6]: Mohon diklasifikasi mengapa ini dibagi 4 kelas tetapi di tabel sebaran sampelnya dibagi menjadi 5 kelas.

2.2 Jenis dan Sumber Data

Untuk bahan pendukung dari penelitian ini menggunakan data sekunder yang terdiri dari citra Landsat 8 pada tanggal 15 April 2015 dan 6 Februari 2021 yang didapatkan 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 laman <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web>. Proses pengolahan data pada penelitian ini menggunakan software ArcMAP 10.3.



(a)



(b)

Gambar 2. Landsat 8 Level 1 : (a) 15 April 2015; (b) 6 Februari 2021

Salah satu masalah yang paling sering timbul dalam pengolahan citra pasif adalah awan dan bayangan awan. Awan dan bayangannya menjadi kendala utama dalam pengolahan citra pasif karena awan akan menutupi area yang berada dibawahnya dan bayangan awan akan mempengaruhi dari kualitas citra itu sendiri [12]. Dilihat pada Gambar 2. Untuk citra landsat 8 pada tahun 2015 sebanyak $\pm 5.56\%$. 2021 terdapat tutupan awan sebanyak $\pm 3.90\%$.

2.3 Metode Klasifikasi

2.3.1 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Pada Penelitian ini menggunakan metode analisis *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Indeks Vegetasi NDVI merupakan indeks 'kehijauan' vegetasi yang mempunyai nilai berkisar antara -1 (Non Vegetasi) hingga +1 Vegetasi. Nilai NDVI negatif menunjukkan tingkat vegetasi rendah seperti rawa, air, sungai, permukiman sedangkan nilai positif menunjukkan vegetasi tinggi [13]. Adapun untuk rumus dari NDVI adalah sebagai berikut : [14].

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

Keterangan:

NDVI : *Normalized Difference Vegetation Index*
 NIR : Nilai spektral saluran *Near Infra Red* (Band 5)
 RED : Nilai spektral saluran Red (Band 4)

2.3.2 Supervised Classification

Klasifikasi terbimbing atau dikenal dengan *Supervised Classification* adalah klasifikasi nilai piksel didasarkan pada contoh daerah yang diketahui jenis objek dan nilai spektralnya. Klasifikasi dilakukan dengan menggunakan tipe *Maximum Likelihood* pada *software* ArcMap. Klasifikasi supervised digunakan untuk memperoleh hasil klasifikasi melalui analisa identifikasi objek pada sampel (*training area*) [15][16].

2.3.3 Metode Validasi

Nilai akurasi dalam penelitian ini menggunakan matriks kesalahan dengan perhitungan *producer's accuracy*, *user's accuracy*, dan *overall accuracy*. Uji Akurasi dapat dilakukan dengan mengecek dari *Google Earth*. Akurasi klasifikasi ini menggunakan uji akurasi nominal menggunakan *confusion matrix*. Pada tahap ini jika akurasi yang didapat <85% maka akan dilakukan proses klasifikasi ulang hingga akurasi yang didapat >85%. Menurut US. Geological Survey (2019), syarat dapat diterimanya hasil klasifikasi adalah akurasi Kappa yang lebih dari 85% [17]. Perhitungan akurasi overall dan Kappa disajikan dalam persamaan berikut.

$$User's Accuracy = \left(\frac{X_{ii}}{X_{+i}} \right) \times 100\%$$

$$Producer's Accuracy = \left(\frac{X_{ii}}{X_{i+}} \right) \times 100\%$$

$$Overall accuracy = \frac{\sum_{i=1} X_{ii}}{N} \times 100\%$$

$$Kappa accuracy = \frac{\sum_{i=1} X_{ii} - \sum_{i=1} X_{1+} X_{+1}}{N^2 - \sum_{i=1} X_{1+} X_{+1}} \times 100\%$$

Keterangan:

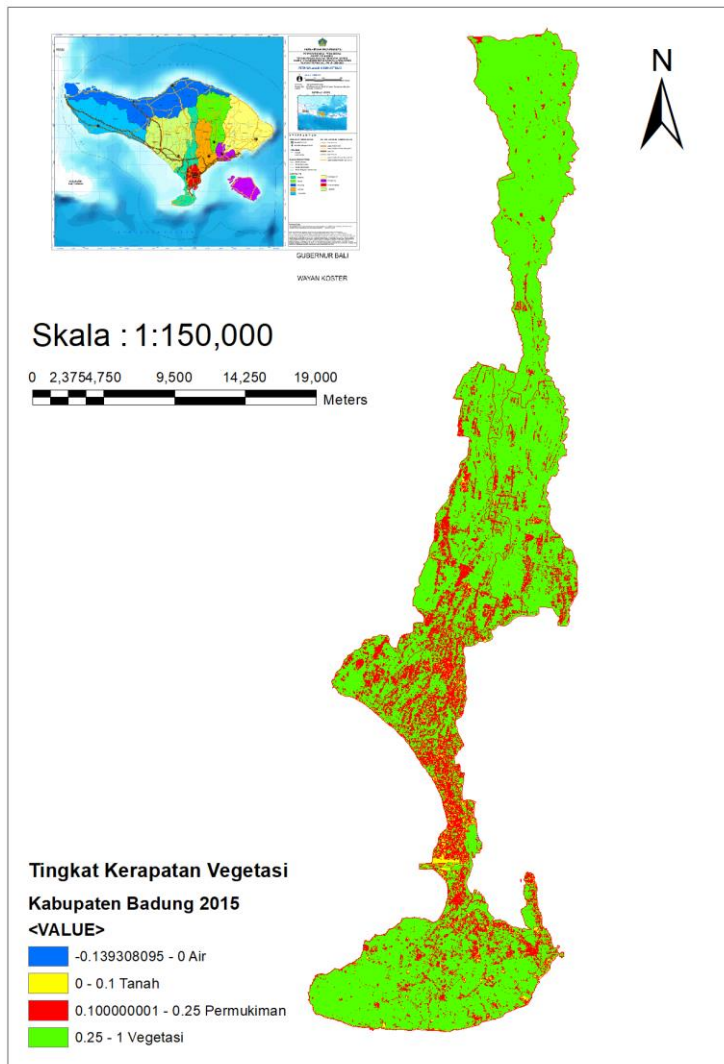
N = banyaknya piksel dalam sampel
 X_{ii} = nilai diagonal matriks pada kolom ke-i dan baris ke-i
 X₁₊ = jumlah piksel pada baris ke-1
 X₊₁ = jumlah piksel pada kolom ke-1

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Peta 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 Terlihat dari

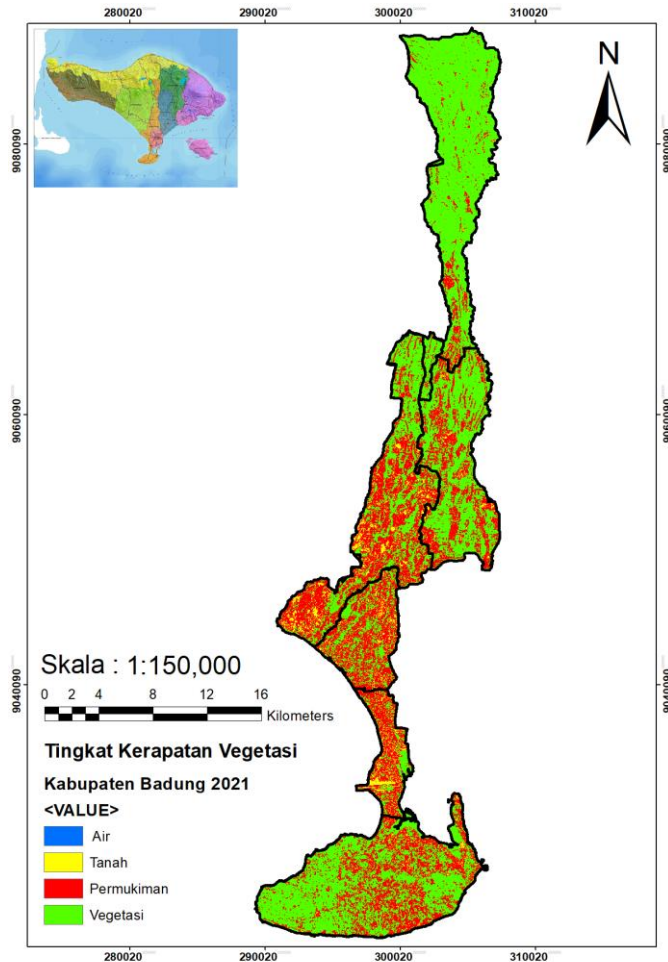
hasil analisis vegetasi masih sangat tinggi di tahun 2015. Hasil luasan dari tutupan lahan di tahun 2015 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tutupan Lahan Kabupaten Badung Tahun 2015

Commented [WU7]: Mohon diperbaiki peta dengan menambahkan koordinat!

Berdasarkan hasil analisis diatas 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.



Gambar 4. Tutupan Lahan Kabupaten Badung Tahun 2021

Commented [WU8]: Seragamkan legenda peta dengan tabel 1!

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 kurang lebih 45% dibandingkan dengan tahun 2015.

3.2 Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2015 dan Tahun 2021

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

Tabel 2. Luas Tutupan Lahan Kabupaten Badung

No	Kelas Tutupan Lahan	Luas (km2)				Perubahan Luas	
		2015		2022		km2	%
1	Air	5,10	1,22%	10,9	2,62%	5,8	113,7
2	Tanah	10,40	2,5%	14,48	3,4%	4,08	39,23
3	Permukiman	45,35	10,9%	92,73	22,29%	47,38	104,4
4	Vegetasi	355,15	85,37%	297,89	71,60%	-57,26	-16,1
Luas Total		416		416			

Data hasil analisis citra tahun 2015 dan citra tahun 2021, maka data yang dihasilkan menunjukkan bahwa Kabupaten Badung yang diklasifikasikan memiliki luasan penggunaan lahan seluas 416 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 5,8 km² dengan persentase mencapai 113,7%. Selain badan air area permukiman juga turut andil merubah wajah Kabupaten Badung terlihat dari peningkatan luasan permukiman sebanyak 47,38 km² atau sebesar 104,4 % dibandingkan tahun 2015, untuk muka tanah sendiri peningkatannya cukup signifikan juga dengan angka 4,08 Km² atau 39,23%, hal negative justru terlihat dari sisi tutupan vegetasi Kabupaten Badung yang mengalami perubahan lahan seluas 57,26 km² atau sebesar 16,1 % dibandingkan tahun 201. 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 Namun secara umum untuk luasan hijau masih memenuhi persentase minimum sebesar 30% sesuai dengan syarat Undang – Undang Republik Indonesia No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang tentang perlunya penyediaan Ruang Terbuka Hijau pada wilayah Kota. [18].

3.3 Perbandingan Akurasi

Berdasarkan hasil survei lapangan dengan menggunakan plot tunggal pada 140 titik sampel. Berdasarkan hasil perhitungan matriks kesalahan, akurasi yang dihasilkan masing-masing hasil indeks vegetasi adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Matrik Kategori Uji Akurasi 2015

Tutupan Lahan	Air	Tanah	Permukiman	Vegetasi	Total	User's Accuracy (%)	Procedure's Accuracy (%)
Air	31	0	0	0	31	100	100
Tanah	0	18	3	5	26	69,23	84,41
Permukiman	1	4	36	0	40	90	93,5
Vegetasi	1	0	5	38	43	88,37	100
Total	31	22	44	43	140		
<i>Overall Accuracy (Akurasi Keseluruhan)</i>					87,85		
<i>Kappa Coefficient (Koefisien Kappa)</i>					0,86		

Tabel 4. Matrik Kategori Uji Akurasi 2021

Tutupan Lahan	Air	Tanah	Permukiman	Vegetasi	Total	User's Accuracy (%)	Procedure's Accuracy (%)
Air	33	4	4	0	41	80,48	80,48
Tanah	0	12	3	1	16	75	98,5
Permukiman	0	3	27	1	31	87,09	91,35
Vegetasi	0	0	3	49	52	94,23	98,07
Total	33	19	37	51	140		
<i>Overall Accuracy</i> (Akurasi Keseluruhan)					86,42		
<i>Kappa Coefficient</i> (Koefisien Kappa)					0,86		

Setelah dilakukan pengujian akurasi, dihasilkan akurasi keseluruhan (*Overall accuracy*) sebesar 87.33% sedangkan untuk nilai koefisien Kappanya didapat sebesar 0,86. Untuk kelas penggunaan lahan akurasi terbesar di Kabupaten badung terletak pada muka badan air yang pada tahun 2015 memperoleh akurasi sebesar 100% baik pada user maupun produser, untuk akurasi paling rendah diperoleh pada klasifikasi tutupan lahan tanah yang dimana untuk akurasi user sebesar 69,23 %. Dengan tingkat akurasi keseluruhan sebesar 87,33% menunjukkan bahwa data yang didapatkan dalam klasifikasi penggunaan lahan menunjukkan bahwa secara keseluruhan kelas mampu dipetakan dengan baik. Kedua nilai ini menunjukkan tingkat kebenaran suatu hasil klasifikasi dan telah memenuhi syarat ketelitian klasifikasi >85% dari USGS dan nilai Kappa >0,8 [12]. Dengan demikian berdasarkan hasil ketelitian klasifikasi yang didapatkan maka interpretasi dari citra Landsat 8 OLI/TIRS dengan metode *supervised classification* sangat baik digunakan untuk identifikasi penggunaan lahan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa perbandingan tutupan lahan dengan citra Landsat 8 pada tahun 2015 dan 2021 di Kabupaten Badung dapat digunakan sebagai sumber data untuk menganalisis nilai NDVI dengan menggunakan metode klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*). Kesimpulan utama dari penelitian ini adalah terjadi penurunan tutupan lahan tahun 2015 dan 2021 pada hutan/vegetasi yaitu sebesar 57,26 Km², lahan permukiman sebanyak 47,38 km², badan air sebanyak 5,8 Km² dan yang terakhir muka tanah sebanyak 4,08 Km². Selain itu hasil uji akurasi klasifikasi tutupan lahan secara keseluruhan (*Overall accuracy*) adalah 87.33%.

Berdasarkan hasil temuan penelitian, disarankan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, antara lain Terutama proses validasi dan koreksi data, baik melalui data observasi lapangan maupun data dari sumber lain. Pendeteksian dengan menggunakan data citra satelit yang memiliki resolusi yang tinggi dan metode analisis klasifikasi yang lebih baik serta Identifikasi faktor yang mempengaruhi perubahan lahan, misalnya pertumbuhan jumlah penduduk, harga lahan, kondisi ekonomi, kondisi infrastruktur, dan perubahan kondisi sosial.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Syahputra, R. H. Jatmiko, D. R. Hizbaron, and T. R. Fariz, "Perbandingan Indeks Lahan Terbangun NDBI dan Land Surface Temperature Dalam Memetakan Kepadatan Bangunan di Kota Medan," pp. 16–22, 2021.
- [2] N. Febrianti and P. Sofan, "RUANG TERBUKA HIJAU DI DKI JAKARTA BERDASARKAN ANALISIS SPASIAL DAN SPEKTRAL DATA LANDSAT 8," pp. 498–504, 2014.
- [3] BPS Kabupaten Badung, "Kabupaten Badung Dalam Angka 2015," 2015.
- [4] BPS Kabupaten Badung, "Kabupaten Badung Dalam Angka 2021," 2021.

Commented [WU9]: Perbaiki penulisan daftar pustaka mengikuti template yang ada! Gunaka mesin pengideks seperti mendeley untuk menyusun sitasi dan daftar pustaka!

Commented [WU10]: Mohon ditambahkan referensi berupa jurnal untuk 5 tahun terakhir!

- [5] M. K. Hayu and R. Ridwana, "ALALISIS KERAPATAN VEGETASI UNTUK AREA PEMUKIMAN DENGAN MEMANFAATAN CITRA SATELIT LANDSAT DI KOTA TASIKMALAYA," pp. 1–5.
- [6] Winarti and R. Rahmad, "ANALISIS SEBARAN DAN KERAPATAN VEGETASI MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT 8 DI KABUPATEN DAIRI, SUMATERA UTARA."
- [7] A. R. Budiputra, "ANALISIS KERAPATAN VEGETASI DI KABUPATEN MAGELANG MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT 8 BERMETODE NDVI (NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX)," vol. 1, no. 11, pp. 332–340, 2021.
- [8] B. Nailufar, R. M. Syahadat, and P. Ameliawati, "METODE ANALISIS NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX (NDVI) DI KOTA BATU BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (GIS) DAN PENGINDRAAN JAUH .," pp. 59–67.
- [9] K. Darmo, K. N. Suarbawa, and I. G. A. Widagda, "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," pp. 58–63, 2017.
- [10] Ardiansyah, S. Subiyanto, and A. Sukmono, "IDENTIFIKASI LAHAN SAWAH MENGGUNAKAN NDVI DAN PCA PADA CITRA LANDSAT 8 (Studi Kasus: Kabupaten Demak, Jawa Tengah)," vol. 4, pp. 316–324, 2017.
- [11] I. W. Rumada, A. A. I. Kesumadewi, and R. Suyarto, "Interpretasi Citra Satelit Landsat 8 Untuk Identifikasi Kerusakan Hutan Mangrove di Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali," vol. 4, no. 3, pp. 234–243, 2015.
- [12] J. J. Sinabutar, B. Sasmito, and A. Sukmono, "Studi Cloud Masking Menggunakan Band Quality Assessment, Function of Mask Dan Multi-Temporal Cloud Masking Pada Citra Landsat 8," *J. Geod. Undip Agustus*, vol. 2020, no. 9, pp. 51–60, 2020.
- [13] D. Arifin, N. E. Rahma, and R. Maharani, "IDENTIFIKASI TUTUPAN LAHAN KOTA SAMARINDA DENGAN MEMANFAATKAN CITRA SATELIT LANDSAT-8 DAN ALGORITMA NDVI," vol. 01, no. 02, 2018.
- [14] V. K. S. Que, S. Y. J. Prasetyo, and C. Fibriani, "Analisis Perbedaan Indeks Vegetasi Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dan Normalized Burn Ratio (NBR) Kabupaten Pelalawan Menggunakan Citra Satelit Landsat 8," *Indones. J. Model. Comput.*, vol. 1, pp. 1–7, 2019.
- [15] N. Humaidah, B. Sudarsono, and Y. Prasetyo, "ANALISIS PERBANDINGAN KEPADATAN PEMUKIMAN MENGGUNAKAN KLASIFIKASI SUPERVISED DAN SEGMENTASI (Studi Kasus: Kota Bandung)," vol. 4, 2015.
- [16] R. Septiani, I. P. A. Citra, and A. S. A. Nugraha, "Perbandingan Metode Supervised Classification dan Unsupervised Classification terhadap Penutup Lahan di Kabupaten Buleleng," *J. Geogr. Media Inf. Pengemb. dan Profesi Kegeografian*, vol. 16, no. 2, pp. 90–96, 2019.
- [17] N. A. Lestari, I. Ridwan, and F. Fahrudin, "Identifikasi Penggunaan Lahan Menggunakan Metode Klasifikasi Maksimum Likelihood Pada Citra Satelit Landsat 8 OLI/TIRS Di Kabupaten Lamandau Provinsi Kalimantan Selatan Tengah," *J. Nat. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 29–34, 2021.
- [18] Presiden Republik Indonesia, *Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang*. Indonesia, 2007.