

Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Kebutuhan Oksigen Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh di Kabupaten Badung

ANAK AGUNG PLASA PADMAWATI^{1*)}

I WAYAN NUARSA

I KETUT SARDIANA

¹⁾Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Denpasar

²⁾Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran-Bali

^{*)}Email: plasapadmawati14@gmail.com

ABSTRACT

Analysis Of Need For Green Open Space Based On Oxygen Needs Using Remote Sensing Technology In Badung Regency

Badung Regency is one of the regencies in Bali Province which has a quite rapid development. Total population of Badung regency in 2018 was 656.90 thousand people with population growth rate of 4.64 % which is the highest growth rate in Bali Province. The objective of this research is (1) to map the percentage of green open space in Badung Regency using Sentinel-2A satellite imagery, (2) to analyze the oxygen needs of Badung regency, and (3) to evaluate the need of green open space in Badung regency based on availability of green open space and the need for oxygen. This study was a descriptive quantitative research who utilize remote sensing technology using the satellite imagery of Sentinel-2A and Gerarkis methods. The methods of sample collection was stratified random sampling with the number of sample is 76. The estimated density of vegetation derived from a comparison between the five indices of vegetation that is NDVI, RVI, DVI, TVI, and SAVI. The result of study shows that the SAVI is the best vegetation index for green open space estimation based on the determination coefficient (R^2) value. The t-test paired confirm as well that there are no significant different between green open space obtaining from estimation using Sentinel-2A satellite imagery and direct measurement on high-scale images. The estimation result of vegetation density indicates that the vast green open space in Badung Regency in 2019 was 22.930,67 ha. The extent of the need of green open space based on oxygen demand by residents, vehicle, and livestock in 2019 is 7.516,34 ha.

Keywords: *green open space, oxygen needs, remote sensing, Sentinel-2A*

1. Pendahuluan

UU RI No.26 Tahun 2007 menyatakan bahwa ruang terbuka hijau adalah area memanjang/jalur dan/atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka,

tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. Kabupaten Badung merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Bali yang memiliki perkembangan yang cukup pesat dengan luas wilayah 418,52 km² atau sekitar 7,43% dari daratan Pulau Bali. Jumlah penduduk di Kabupaten Badung pada tahun 2018 sebesar 656,90 ribu jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 4,64 % dimana merupakan laju pertumbuhan tertinggi di Provinsi Bali (BPS Kabupaten Badung, 2019).

Zoer'aeni (1995) dalam Rijal (2008) menyatakan bahwa perkembangan penduduk yang pesat mengakibatkan keberadaan ruang terbuka hijau kota sebagai salah satu komponen ekosistem kota menjadi kurang diperhatikan. Menurut Irwan (2005) kehadiran tumbuhan atau vegetasi sangat diperlukan di perkotaan mengingat tumbuhan hijau akan menjaring CO₂ dan melepas O₂ kembali ke udara. Pemanasan global dalam beberapa dekade terakhir ini telah menjadi pusat perhatian bagi seluruh masyarakat di dunia. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir dampak terjadinya pemanasan global yaitu melalui penyediaan ruang terbuka hijau (RTH). Tanaman sebagai komponen utama pengisi RTH memiliki kemampuan dalam menyerap emisi CO₂ sehingga mampu mengurangi konsentrasi emisi CO₂ di alam. Selain itu, tanaman pada RTH juga mampu menghasilkan gas oksigen (O₂) yang sangatlah penting untuk mendukung proses metabolisme makhluk hidup. Oksigen memegang peranan penting dalam semua proses tubuh secara fungsional serta kebutuhan oksigen merupakan kebutuhan yang paling utama dan sangat vital bagi tubuh (Imelda, 2009).

Dalam penelitian ini, teknologi penginderaan jauh dapat digunakan dalam penentuan luasan RTH aktual di Kabupaten Badung. Teknologi Penginderaan Jauh memberikan akses penyediaan data pemotretan udara secara tegak dengan cepat dan relatif akurat (Arnanto, 2013) yang berbasis citra satelit untuk pemanfaatan analisis klasifikasi tutupan lahan (Gandhi *et al*, 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk (1) memetakan persentase ruang terbuka hijau (RTH) *existing* di Kabupaten Badung dengan Citra Sentinel-2A; (2) menganalisis kebutuhan oksigen di Kabupaten Badung; dan (3) mengevaluasi kebutuhan RTH di Kabupaten Badung berdasarkan jumlah RTH yang tersedia dan kebutuhan oksigen.

2. Bahan dan Metode

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Badung. Secara geografis Kabupaten Badung terletak antara 08°14'01" – 08°50'52" Lintang Selatan dan 115°05'03" - 115°26'51" Bujur Timur. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Januari 2020 sampai dengan Agustus 2020.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi laptop ASUS A455L sebagai perangkat keras yang digunakan dalam pengolahan data dan analisis dan Software

QGIS 3.14 “Pi” untuk membuat peta dan mengolah citra satelit yaitu cropping citra, analisis indeks vegetasi dan penentuan sampel. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa peta RBI digital Kabupaten Badung yang di unduh melalui situs tanahair.indonesia.go.id, citra Sentinel-2A yang diunduh melalui situs earthexplorer.usgs.gov, data jumlah penduduk, kendaraan bermotor dan hewan ternak di Kabupaten Badung tahun 2019.

2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan teknik penginderaan jauh dan metode Gerarkis. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan *Stratified Random Sampling* yaitu merupakan proses pengambilan sampel melalui proses pembagian populasi kedalam strata, memilih sampel acak sederhana dari setiap stratum.

2.4 Tahapan Penelitian

- Pengumpulan Citra Sentinel-2A perekaman bulan Oktober 2019 yang diunduh dari situs <http://earthexplorer.usgs.gov>.
- Analisis Citra meliputi *cropping area* yaitu memotong citra seluas daerah penelitian. Kedua, dilakukan koreksi radiometrik dengan tujuan untuk mengurangi efek atmosfer pada citra yang dapat menyebabkan nilai reflektansi yang dipantulkan objek mengalami gangguan.
- Penentuan Sampel untuk Pemetaan Ruang Terbuka Hijau (RTH). Penentuan sampel ini digunakan untuk membangun persamaan indeks vegetasi. Persentase RTH dihitung berdasarkan tutupan vegetasi di daerah tersebut (Nuarsa, 2013). Pada setiap titik sampel yang telah ditentukan berdasarkan metode pengambilan sampel, dibuat kotak persegi dengan luasan tertentu (Gambar 1). Pada luasan tersebut (kotak referensi) dilakukan digitasi luasan daerah bervegetasi kemudian dihitung luasnya. Persentase RTH per sampel dan rata-rata persentase di daerah penelitian dihitung dengan Persamaan (1) dan (2)

$$\%RTH = \frac{L_i}{L_r} \times 100 \quad (1)$$

$$\overline{\%RTH} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n \frac{L_i}{L_r} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan:

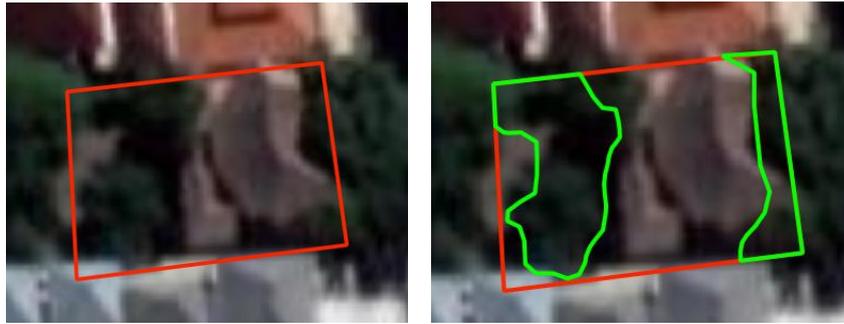
%RTH = persentase ruang terbuka hijau pada suatu sampel

$\overline{\%RTH}$ = rata-rata persentase ruang terbuka hijau pada seluruh sampel

L_i = luas daerah bervegetasi hasil digitasi pada kotak referensi

L_r = luas kotak referensi

n = jumlah sampel



Gambar 1. Metode Digitasi Daerah RTH

d. Pembuatan Indeks Vegetasi

Analisis indeks vegetasi yang dilakukan dalam penelitian ini, diantaranya: *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Transform Vegetation Index* (TVI), *Ration Vegetation Index* (RVI), *Difference Vegetation Index* (DVI), serta *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI). Persamaan dari masing-masing indeks vegetasi tersebut seperti ditampilkan pada Persamaan 3 sampai Persamaan 7.

$$NDVI = \frac{NIR-Red}{NIR+Red} \quad (3)$$

$$TVI = \frac{100}{\sqrt{\frac{NIR-Red}{NIR+Red} + 0.5}} \quad (4)$$

$$RVI = \frac{NIR}{Red} \quad (5)$$

$$DVI = NIR - Red \quad (6)$$

$$SAVI = \frac{NIR-Red}{NIR+Red+L} (1 + L) \quad (7)$$

Keterangan:

NIR = Saluran inframerah dekat

Red = Saluran merah

L = Faktor Kalibrasi Tanah,
bernilai 0,5

e. Pengembangan Model Estimasi Kerapatan Vegetasi

Pengembangan model estimasi kerapatan vegetasi diperoleh dari hubungan antara indeks vegetasi dengan persentase kerapatan vegetasi dengan analisis regresi linier. Persamaan regresi terbaik yang dinilai dari nilai koefisien determinasi (R^2) tertinggi akan dipilih dan digunakan sebagai persamaan estimasi kerapatan vegetasi.

f. Pemetaan Persentase dan Sebaran Ruang Terbuka Hijau

Pemetaan persentase dan sebaran ruang terbuka hijau di Kabupaten Badung diperoleh dari hasil estimasi kerapatan vegetasi oleh Sentinel-2A dengan peta administratif Kabupaten Badung. Kemudian dilakukan overlay untuk mengetahui sebaran ruang terbuka hijau di Kabupaten Badung dan Kecamatan yang ada di Kabupaten Badung.

g. Uji Ketelitian

Uji ketelitian penelitian ini dilakukan dengan menguji perbedaan antara persentase RTH hasil pengukuran digitasi dengan persentase RTH hasil estimasi dari persamaan indeks vegetasi dengan dengan dua cara, yaitu melakukan uji t dan analisis regresi.

h. Kebutuhan Oksigen

Perhitungan kebutuhan oksigen bagi penduduk mengacu pada White, dkk, (1959) dalam Wisesa (1998), bahwa manusia mengkonsumsi 0,864 kg oksigen/hari. Persamaan untuk menghitung kebutuhan oksigen bagi penduduk dapat dilihat dalam persamaan 8.

$$P_t = P \times O_1 \quad (8)$$

Keterangan:

P_t = jumlah kebutuhan oksigen bagi penduduk pada tahun ke t

P = Jumlah penduduk keseluruhan dalam wilayah kajian

O_1 = konsumsi oksigen manusia (0,864kg/hari)

Perhitungan untuk mengetahui kebutuhan oksigen masing-masing jenis kendaraan bermotor adalah sebagai berikut:

$$K_t = \text{Jml Kendaraan} \times K \times W \quad (9)$$

Keterangan:

K_t = Jumlah kebutuhan oksigen bagi kendaraan bermotor pada tahun ke t

K = Kebutuhan oksigen masing-masing kendaraan

W = Lama beroperasi

Kebutuhan oksigen untuk ternak didasarkan pada metabolisme basal yang dilakukan. Besarnya konsumsi oksigen tersebut berbeda-beda yaitu sapi dan kerbau 1,70 kg/hari, kuda 2,86 kg/hari, babi 1,24 kg/hari, kambing dan domba 0,31 kg/hari, unggas 0,17 kg/hari (Nirmalasari,2013).

$$T_t = T \times O_3 \quad (10)$$

Keterangan:

T_t = Jumlah kebutuhan oksigen bagi hewan ternak pada tahun ke t

T = Jumlah Hewan Ternak

O_3 = Kebutuhan Oksigen Hewan Ternak

i. Analisis Kebutuhan RTH Berdasarkan Kebutuhan Oksigen

Luas kebutuhan RTH sebagai produsen oksigen dapat dihitung dengan metode Gerarkis (1974) yang dimodifikasi dalam Wisesa (1988) diperoleh dari persamaan 12 (Permen PU No: 5/PRT/M/2008).

$$L_t = \frac{(P_t + K_t + T_t)}{(54)(0,9375)} m^2 \quad (12)$$

Keterangan:

L_t = luas RTH pada tahun ke t (m^2)

P_t = jumlah kebutuhan oksigen bagi penduduk pada tahun ke t (gr/hari)

K_t = jumlah kebutuhan oksigen bagi kendaraan bermotor pada tahun ke t (gr/hari)

T_t = jumlah kebutuhan oksigen bagi hewan pada tahun ke t (gr/hari)

54 = konstanta 1m^2 luas RTH menghasilkan berat kering tanaman per hari (gr/hari/ m^2)

0,9375 = konstanta bahwa 1 gr berat kering tanaman setara produksi oksigen 0,9357 gr (gr/hari)

3. Hasil dan Pembahasan

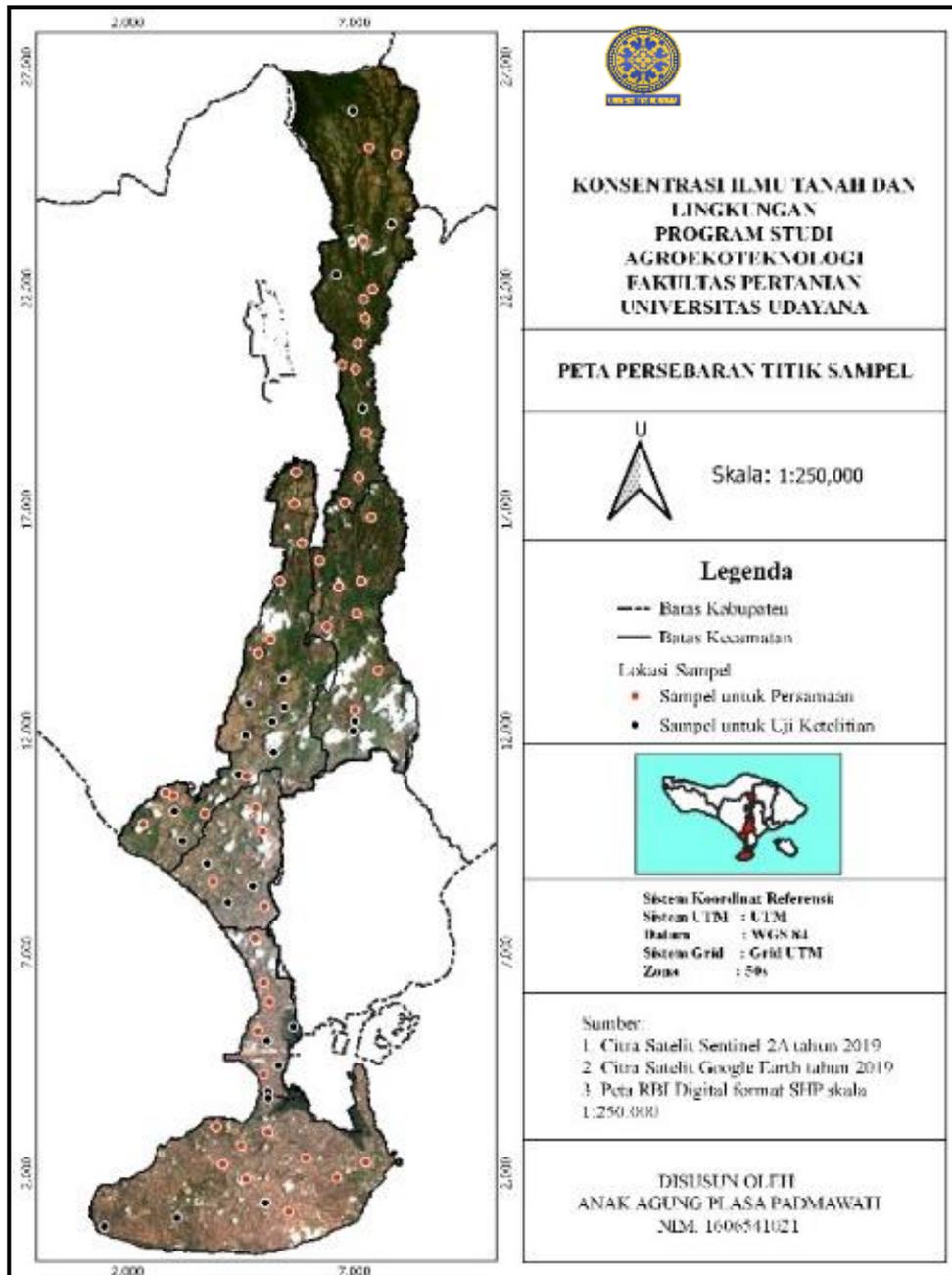
3.1 Analisis Citra

Citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini yang terbebas dari awan dengan tanggal perekaman citra adalah tanggal 20 Oktober 2019. Proses cropping citra dilakukan menggunakan aplikasi QGIS 3.14 dengan tools *Clip Raster by Mask Layer* pada menu Raster. Pada proses pemotongan, *Mask Layer* yang digunakan adalah *Polygon* Kabupaten Badung yang didapatkan dari situs tanahair.indonesia.go.id. Citra yang telah di-cropping kemudian melalui tahap koreksi radiometrik. Koreksi radiometrik dilakukan secara otomatis menggunakan *Semi Automatic Classification* plugin pada aplikasi QGIS 3.14.

3.2 Penentuan Sampel dan Perhitungan Proporsi RTH

Jumlah sampel pada penelitian ini sebanyak 76 sampel dimana sebanyak 50 sampel digunakan untuk membangun persamaan estimasi kerapatan vegetasi dan 26 sampel digunakan untuk uji ketelitian. Distribusi spasial sampel disajikan dalam Gambar 2.

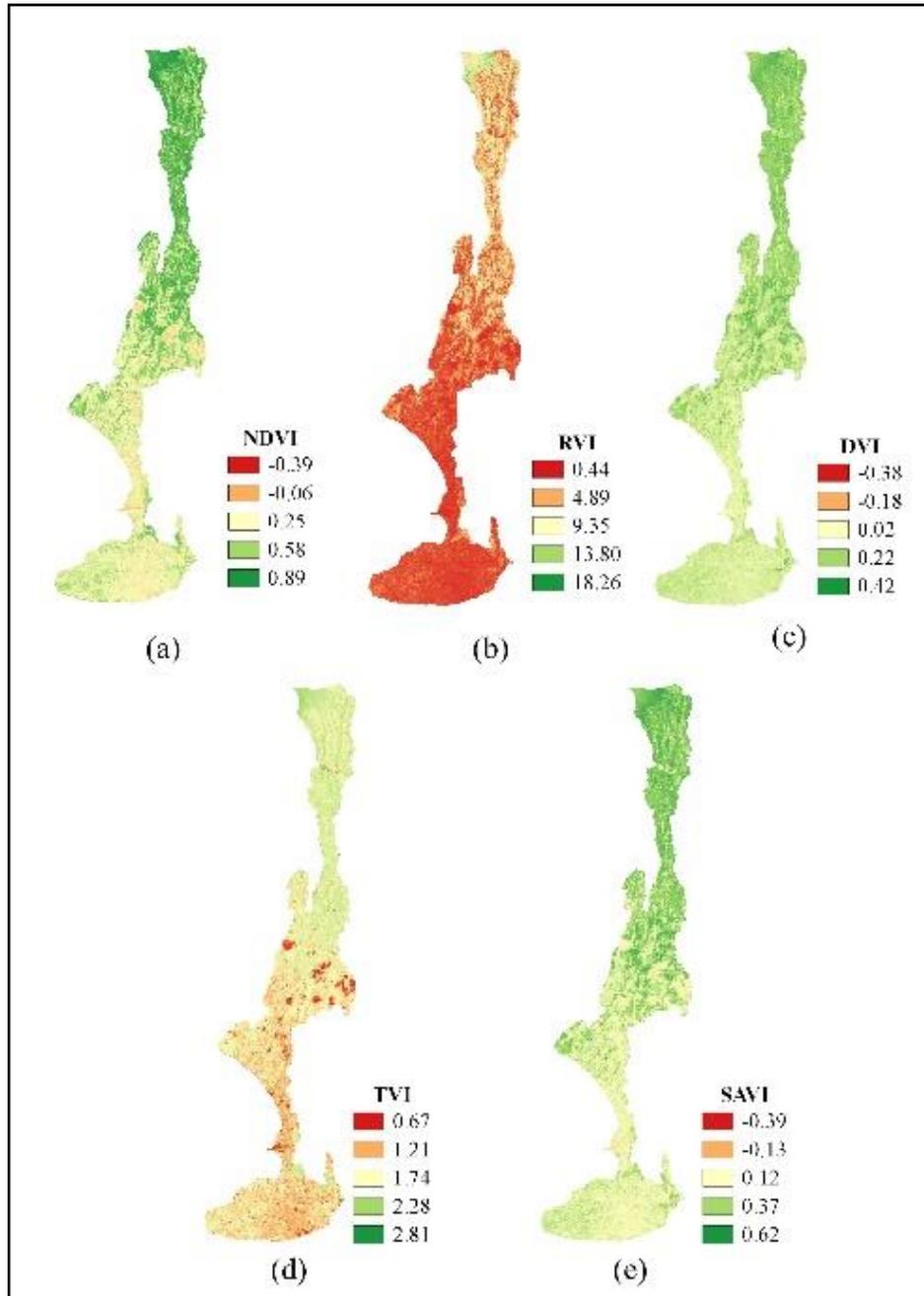
Berdasarkan hasil analisis perhitungan proporsi RTH diperoleh bahwa persentase RTH di Kabupaten Badung pada setiap piksel bervariasi mulai dari 2,03% sampai 100%. Nilai rata-ratanya adalah 47,8%



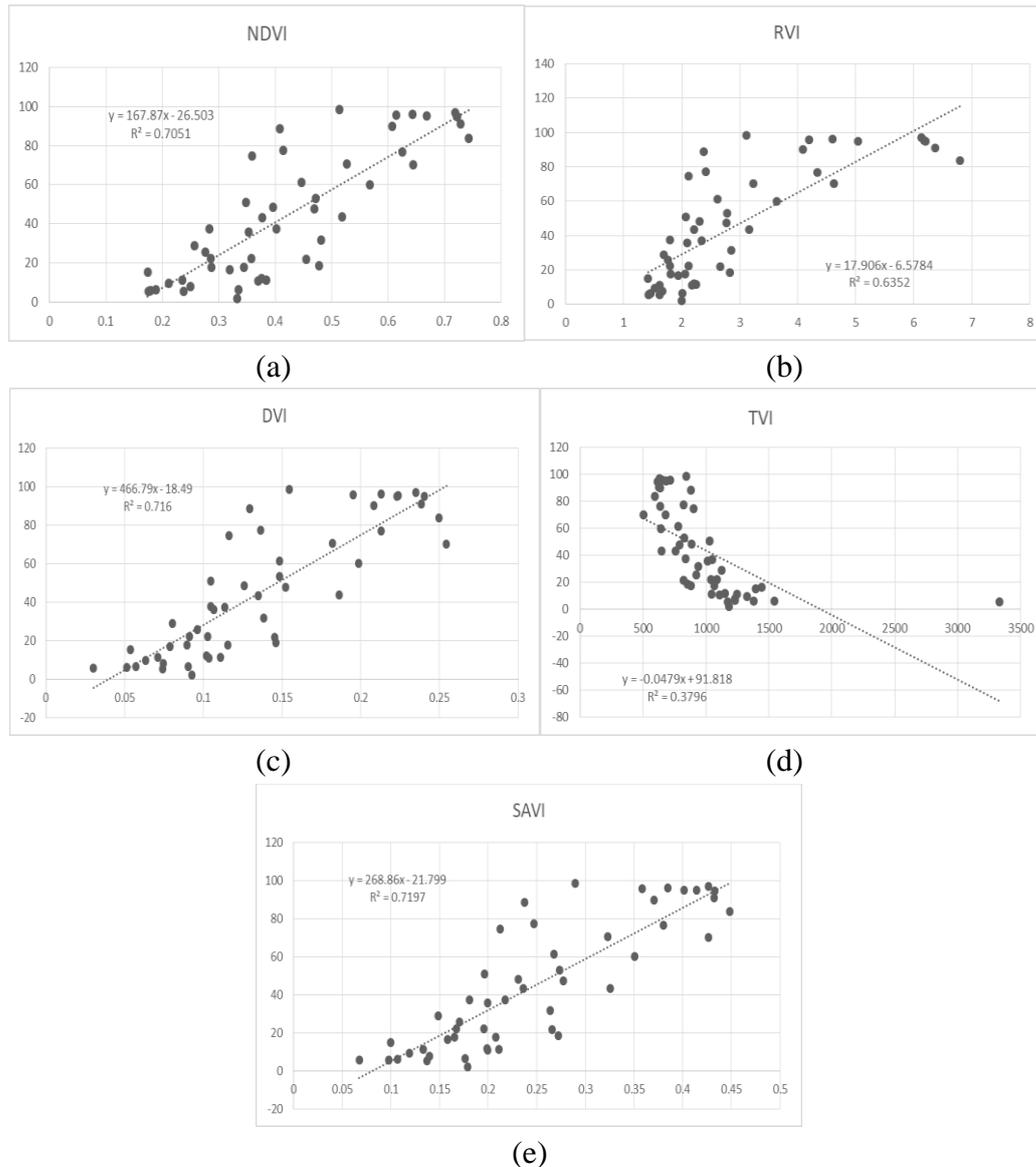
Gambar 2. Peta Sebaran Titik Sampel

3.3 Transformasi Indeks Vegetasi

Berdasarkan hasil analisis melalui *raster calculator* pada aplikasi QGIS, diperoleh perbandingan hasil transformasi NDVI, RVI, DVI, TVI, dan SAVI (Gambar 3). Nilai kerapatan vegetasi diturunkan dari suatu model yang dibangun antara nilai indeks vegetasi dengan kerapatan vegetasi hasil pengukuran yang disebut sebagai analisis regresi linier yang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 3. Perbandingan hasil transformasi (a) NDVI, (b) RVI, (c) DVI, (d)TVI, dan (e)SAVI.



Gambar 4. Grafik regresi linier nilai indeks vegetasi dengan kerapatan vegetasi (a) NDVI, (b) RVI, (c) DVI, (d) TVI, dan (e) SAVI.

Berdasarkan analisis regresi, indeks vegetasi NDVI menghasilkan nilai korelasi yaitu 0,7051, RVI sebesar 0,6325, DVI sebesar 0,716, TVI sebesar 0,3796, dan SAVI sebesar 0,7197. Hal tersebut mengindikasikan bahwa baik indeks vegetasi NDVI, DVI, maupun SAVI memiliki korelasi yang kuat terhadap persentase kerapatan vegetasi hasil pengukuran. Berdasarkan hasil dari model regresi linier, selanjutnya dapat diputuskan bahwa indeks vegetasi SAVI diturunkan menjadi peta kerapatan vegetasi melalui perhitungan nilai piksel pada citra SAVI menggunakan persamaan $y = 268,86x - 21,799$. Pada penelitian ini, persamaan tersebut kemudian diaplikasikan pada wilayah penelitian untuk memperoleh persentase RTH dan luas RTH tersedia pada masing-masing kecamatan di Kabupaten Badung (Tabel 1).

Tabel 1. Luas Ketersediaan RTH pada masing-masing kecamatan di Kabupaten Badung

No.	Kecamatan	Luas Wilayah (Ha)	Luas RTH Tersedia (Ha)	Persentase RTH (%)
1	Petang	11.500	9855,50	85,7
2	Abiansemal	6.901	4237,21	61,4
3	Mengwi	8.200	4280,40	52,2
4	Kuta Utara	3.386	1069,98	31,6
5	Kuta	1.752	362,66	20,7
6	Kuta Selatan	10.113	3124,92	30,9
	Kab. Badung	41.852	22.990,67	50,9

Sumber: BPS Kabupaten Badung, 2019
Hasil Perhitungan, 2020

3.4 Uji Ketelitian

Uji ketelitian dilakukan pada 26 titik sampel yang tersebar secara merata, namun sampel yang diambil mewakili variasi kerapatan vegetasi Kabupaten Badung.

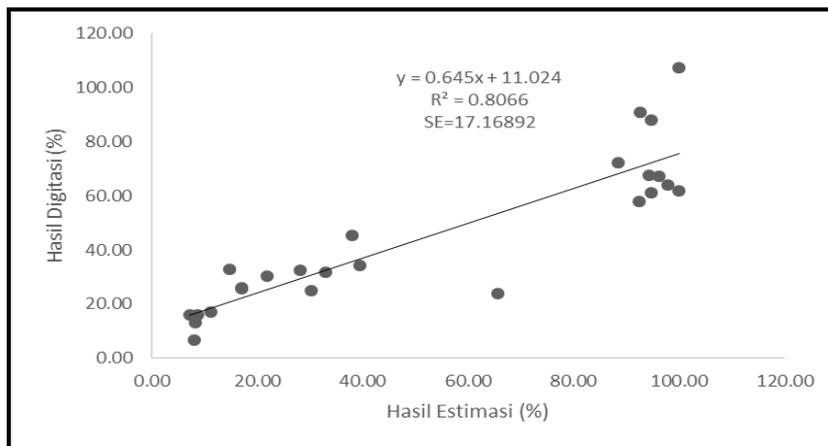
Tabel 2. T-Test Berpasangan

Sampel	26
df	25
α	0,05
t-Tabel	2,059539
Mean 1	50,34
Mean 2	43,49
t-Hitung	1,921822854

Sumber: Hasil Perhitungan, 2020

Nilai t-hitung adalah 1,92 dan lebih kecil dibandingkan t-tabel yaitu 2,06. Hal tersebut menyatakan bahwa antara hasil digitasi (a) dengan hasil estimasi (b) tidak berbeda nyata (*non signifikan*) pada taraf $\alpha = 0,05$. Hasil yang diperoleh menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antara hasil estimasi kerapatan vegetasi dengan hasil digitasi.

Dilakukan pengujian lain pada penelitian yaitu membandingkan hasil estimasi kerapatan vegetasi menggunakan Citra Sentinel 2A dengan hasil digitasi menggunakan Uji Regresi Linier (gambar 6). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana model yang diperoleh layak untuk diaplikasikan.



Gambar 6. Grafik Hubungan antara Hasil Estimasi Kerapatan Vegetasi Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2A dengan Data Hasil Digitasi.

Dari hasil analisis diatas, menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara hasil digitasi dengan hasil estimasi kerapatan vegetasi dengan persamaan $Y = 0,645x + 11,024$ dengan koefisien determinasi sebesar 0,8066, serta *Standard Error* sebesar 17,16892. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat kesesuaian estimasi kerapatan vegetasi menggunakan Citra Sentinel-2A mencapai 80,66% sedangkan sisanya adalah faktor lain yang menyebabkan terjadinya kesalahan pendugaan. Penyimpangan hasil estimasi ditunjukkan dengan nilai *Standard Error* sebesar 17,16892 atau setara dengan $\pm 17,16892\%$ yang kemungkinan disebabkan oleh faktor gangguan (awan) dalam proses perekaman citra satelit. Hasil uji tersebut menunjukkan bahwa model estimasi kerapatan vegetasi yang digunakan dalam penelitian ini cocok untuk diaplikasikan di daerah penelitian.

3.5 Kebutuhan Oksigen

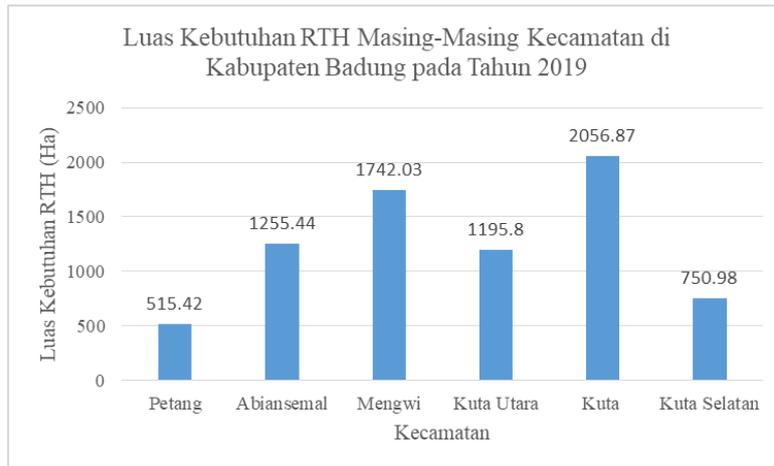
Kebutuhan oksigen diperoleh dari data jumlah penduduk, kendaraan bermotor dan hewan ternak yang ada di Kabupaten Badung. Jumlah dan kebutuhan oksigen masing-masing parameter dijelaskan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kebutuhan Oksigen di Kabupaten Badung

Parameter	Jumlah	Kebutuhan Oksigen (kg/hari)
Penduduk	670,200	579,052.80
Kendaraan Bermotor	478,495	7,828,758.24
Hewan Ternak	1,404,528	359,980.89

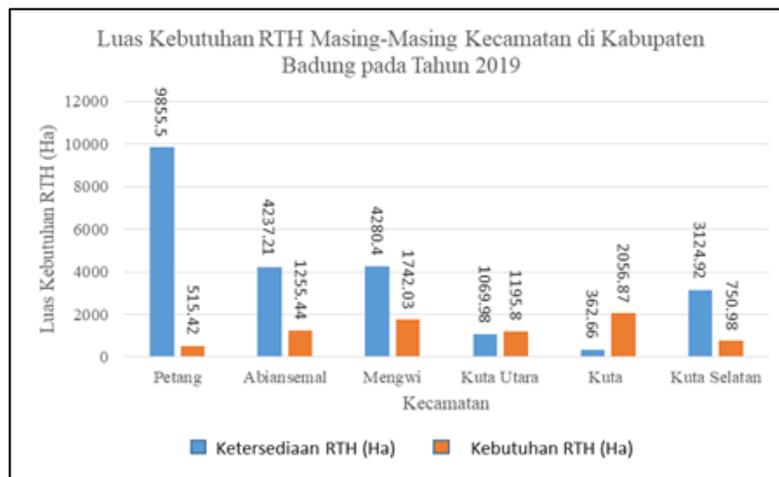
3.6 Kebutuhan RTH Berdasarkan Kebutuhan Oksigen

Penentuan luas RTH untuk menambah kebutuhan oksigen pada masing-masing kecamatan di Kabupaten Badung menggunakan pendekatan metode Gerarkis (1974) dalam Muis (2005) dengan hasil perhitungan sebagai berikut (Gambar 7).



Gambar 7. Luas Kebutuhan RTH Pada Masing-Masing Kecamatan di Kabupaten Badung Tahun 2019

Berdasarkan grafik di atas, luas kebutuhan RTH terendah yaitu pada Kecamatan Petang sebesar 515,42 Ha dan luas kebutuhan RTH tertinggi yaitu pada Kecamatan Kuta sebesar 2.056,87 Ha. Luas kebutuhan RTH pada masing-masing Kecamatan di Kabupaten Badung kemudian dibandingkan dengan luas ketersediaan RTH yang telah diperoleh melalui analisis citra untuk mengevaluasi kecukupan RTH di Kabupaten Badung pada tahun 2019. Perbandingan tersebut disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan Luas Ketersediaan dan Kebutuhan RTH di Kabupaten Badung Tahun 2019

Berdasarkan perbandingan pada gambar 4.14, apabila ketersediaan RTH lebih tinggi daripada kebutuhan RTH maka dapat diartikan bahwa kebutuhan RTH pada wilayah tersebut telah tercukupi. Adapun wilayah dalam penelitian ini yang telah tercukupi kebutuhan RTH-nya adalah Kecamatan Petang, Abiansemal, Mengwi dan Kuta Selatan. Kebutuhan RTH yang belum tercukupi yaitu pada Kecamatan Kuta Utara dan Kuta.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil estimasi, luas RTH di Kabupaten Badung sebesar 50,9% atau 22.990,67 ha. Luas dan persentase RTH paling tinggi yaitu pada Kecamatan Petang dengan luas RTH 9855,50 ha atau sebesar 85,7%, dan luas RTH paling rendah yaitu pada Kecamatan Kuta dengan luas RTH 362,66 ha atau sebesar 20,7%.
2. Hasil perhitungan kebutuhan oksigen di Kabupaten Badung diperoleh sebesar 3.805.247,33 kg/hari. Kebutuhan oksigen paling tinggi yaitu pada Kecamatan Kuta sebesar 1.041.291,83 kg/hari dan kebutuhan oksigen paling rendah yaitu pada Kecamatan Petang sebesar 260.931,18 kg/hari.
3. Kebutuhan RTH di Kabupaten Badung pada tahun 2019 adalah seluas 7.516,54 ha. Kebutuhan RTH yang belum tercukupi yaitu pada Kecamatan Kuta Utara dan Kuta.

4.2 Saran

Kebutuhan oksigen di masa yang akan datang dapat diantisipasi dengan cara pemerintah daerah dapat mengeluarkan kebijakan dengan membatasi jumlah kendaraan bermotor sehingga dapat menekan laju pertumbuhan kendaraan bermotor yang pesat. Jumlah penduduk yang ada juga perlu di perhatikan sebagai konsumen oksigen yang pertumbuhannya dapat berubah drastis sewaktu-waktu. Solusi lainnya yaitu dapat melakukan penambahan RTH dan melakukan penyuluhan secara terus menerus kepada masyarakat untuk mulai menanam tumbuhan di pekarangan rumah untuk menambah jumlah vegetasi dan mengimbangi alih fungsi lahan yang terjadi. Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan menganalisis kesesuaian RTH yang tersedia dengan aturan tata ruang dan menganalisis kemungkinan berkurangnya RTH yang tersedia berdasarkan kepemilikan lahan.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik, 2019. *Kabupaten Badung Dalam Angka Tahun 2019*. Bali: BPS. 4-44.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2006. *UU No. 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang*.
- Imelda, F. 2009. *Oksigenasi dan Proses Keperawatan*. Universitas Sumatera Utara.
- Irwan, ZD. 2005. *Tantangan Lingkungan dan Lansekap Hutan Kota*. Penerbit PT. Bumi Aksara. Jakarta.
- Nirmalasari, Ratih. 2013. *Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Pendekatan Kebutuhan Oksigen di Kota Yogyakarta*. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Nuarsa, I Wayan. 2013. Penggunaan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Untuk Menghitung Persentase Ruang Terbuka Hijau di Daerah Pemukiman Kota Denpasar. *Jurnal Bumi Lestari*, Vol. 13 No.1. Universitas Udayana. Denpasar

- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. 2008. *Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan*. Departemen Pekerjaan Umum. Direktorat Jendral Penataan Ruang.
- Rijal, Syamsu. 2008. Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Di Kota Makasar Tahun 2017. *Jurnal Hutan Dan Masyarakat*. Universitas Hassanudin.
- Wisesa, S.P.C. 1998. *Studi Pengembangan Hutan Kota di Wilayah Kotamadya Bogor*. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Zoer`aeni, 1995. *Hutan Kota dan Lingkungan Kota*. Makalah Seminar pada Fakultas Arsitektur Lansekap dan Teknik Lingkungan Universitas Trisakti, Jakarta.