

# ANALISIS PERBANDINGAN HASIL KLASIFIKASI TUTUPAN LAHAN DENGAN ALGORITMA CART DAN RANDOM FOREST DI KABUPATEN TANGERANG

MAHESA ZAHNAN NURUSMAN<sup>1</sup>, HARY NUGROHO<sup>2</sup>

1. Institut Teknologi Nasional Bandung<sup>1</sup>
  2. Institut Teknologi Nasional Bandung<sup>2</sup>
- Email: mahesazahran14@gmail.com

## ABSTRAK

Kabupaten Tangerang, yang mengalami peningkatan jumlah penduduk signifikan, menghadapi tantangan perubahan tutupan lahan akibat urbanisasi dan alih fungsi lahan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan algoritma *Classification and Regression Trees* (CART) dan *Random Forest* (RF) dengan memanfaatkan citra satelit Sentinel-2A pada tahun 2023 melalui platform Google Earth Engine. Klasifikasi dilakukan terhadap empat kelas tutupan lahan, yaitu vegetasi, badan air, lahan terbangun, dan lahan terbuka, dengan mengaplikasikan pendekatan *supervised learning*. Penelitian melibatkan pengolahan data citra Sentinel-2A yang telah melalui tahap *pre-processing*, pembuatan area pelatihan dan data uji, serta evaluasi hasil klasifikasi menggunakan matriks konfusi, algoritma RF menunjukkan keunggulan dengan akurasi keseluruhan sebesar 89,79% dan koefisien *kappa* 85,78%. Sementara itu, algoritma CART memperoleh akurasi keseluruhan sebesar 86,41% dengan koefisien *kappa* 81,21%. Performa RF yang lebih tinggi disebabkan oleh mekanisme penggabungan beberapa pohon keputusan, yang mampu mengurangi risiko *overfitting* dan meningkatkan akurasi klasifikasi. Penelitian ini juga menemukan bahwa kualitas citra satelit, jumlah sampel pelatihan, dan teknik pengolahan data sangat memengaruhi keakuratan hasil klasifikasi. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan bagi pengembangan metodologi pemetaan tutupan lahan yang lebih efektif. Informasi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan tata ruang wilayah dan pengelolaan sumber daya alam di Kabupaten Tangerang.

**Kata kunci:** Tutupan lahan, *Classification and Regression Trees* (CART), *Random Forest* (RF), Sentinel-2A, Google Earth Engine.

## 1. PENDAHULUAN

Kabupaten Tangerang, yang terletak di Provinsi Banten, Indonesia, merupakan daerah yang mengalami pertumbuhan penduduk yang signifikan. Peningkatan jumlah penduduk ini berkontribusi terhadap perubahan tutupan lahan yang terjadi akibat urbanisasi dan alih fungsi lahan. Dengan luas wilayah mencapai 103.454 hektar dan terdiri dari 29 kecamatan, Kabupaten Tangerang menghadapi tantangan dalam pengelolaan sumber daya lahan yang semakin kompleks.

Perubahan tutupan lahan yang cepat memerlukan pemantauan yang efektif untuk mendukung perencanaan tata ruang dan pengelolaan sumber daya alam. Salah satu metode yang populer

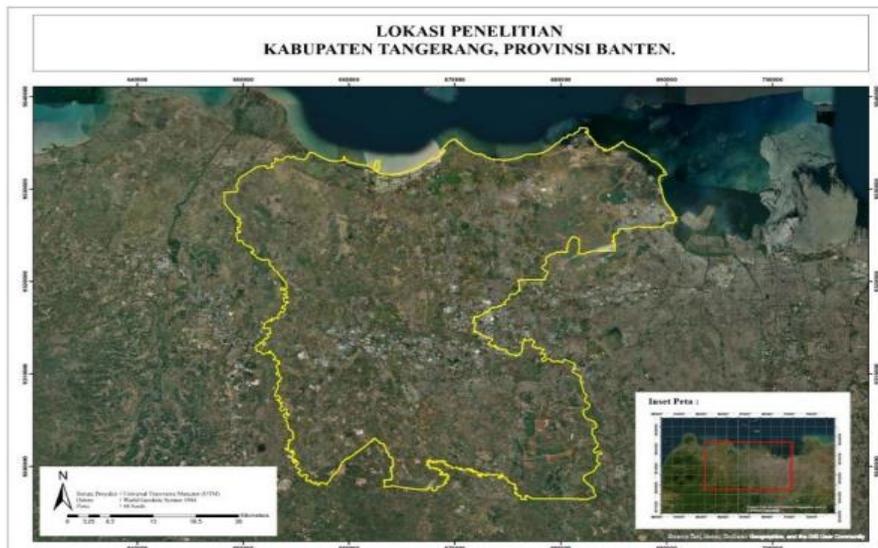
untuk melakukan identifikasi tutupan lahan adalah dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh, khususnya citra satelit. Dalam konteks ini, algoritma machine learning, seperti *Classification and Regression Trees* (CART) dan *Random Forest* (RF), telah terbukti efektif dalam klasifikasi tutupan lahan.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan algoritma CART dan *Random Forest* dengan memanfaatkan citra satelit Sentinel-2A pada tahun 2023. Dengan menggunakan platform *Google Earth Engine*, penelitian ini akan mengklasifikasikan empat kelas tutupan lahan utama, yaitu vegetasi, badan air, lahan terbangun, dan lahan terbuka. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan bagi pengembangan metodologi pemetaan tutupan lahan yang lebih efektif dan dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan tata ruang wilayah serta pengelolaan sumber daya alam di Kabupaten Tangerang.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dilakukan berada di daerah Perkebunan Hessa yang berlokasi di Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten. Berikut merupakan lokasi penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

### 2.2 Data

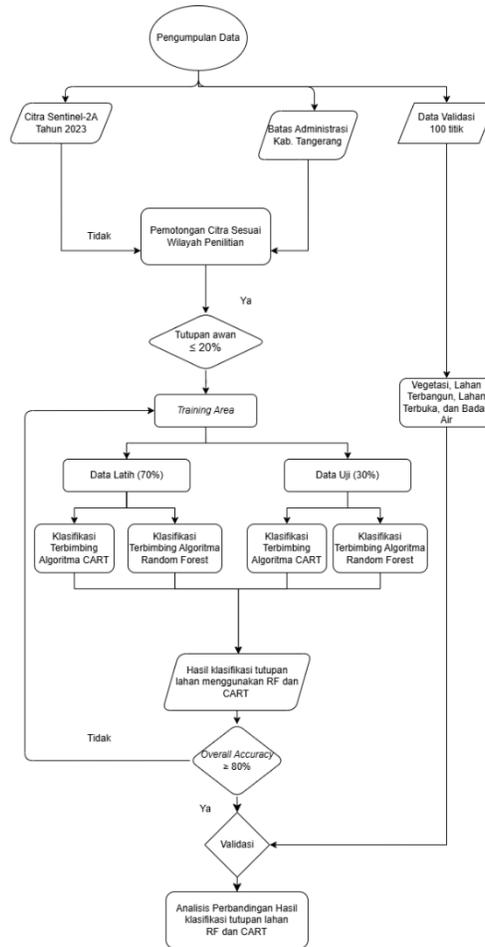
Data yang digunakan di penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Penelitian

No	Data	Sumber
1.	Citra satelit Sentinel-2A	<i>Google Earth Engine</i> (Tanggal Perakaman Januari sampai Desember 2023)
2.	Peta Administrasi Kab. Tangerang Skala 1:150.000	Dinas Tata Ruang dan Bangunan Kabupaten Tangerang

### 2.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

### 2.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan pada penelitian ini memiliki beberapa tahapan diantaranya:

#### 1) Studi Literatur

Melakukan pengumpulan informasi terkait tutupan lahan, algoritma machine learning (CART dan Random Forest), serta Teknik penginderaan jauh, mengidentifikasi penelitian terdahulu yang relevan untuk mendukung dasar teori dan metodologi penelitian.

#### 2) Data Citra Satelite

Data yang digunakan adalah citra satelit Sentinel-2A tahun 2023 dengan mengunduh citra dari platform Google Earth Engine (GEE) dengan resolusi 10 meter. Informasi kondisi terkini bumi dari angkasa untuk aplikasi lingkungan dan keamanan. Sentinel-2 dibuat dengan tujuan untuk memastikan kelanjutan misi Landsat 5/7, SPOT-5, SPOT-Vegetation and Envisat MERIS yang 17 sebentar lagi akan berakhir masa operasinya. Misi dalam menyediakan citra satelit beresolusi spasial dan temporal yang tinggi sehingga pengguna masih dapat memperoleh data penginderaan permukaan bumi terbaru (Verrelst dkk., 2012). Sentinel-2 merupakan satelit dengan sapuan lebar, resolusi tinggi, misi pencitraan multispectral meliputi pemantauan vegetasi, permukaan tanah dan air, serta observasi aliran air dan lingkungan pantai. Citra yang dihasilkan oleh satelit Sentinel-2 memiliki resolusi spasial sebesar 10 meter untuk 4 band, 20 meter untuk 6 band, dan 3 band sisanya memiliki resolusi spasial sebesar 60 meter.

3) Data Peta Administrasi

Data yang digunakan mengumpulkan peta administrasi Kabupaten Tangerang dari Dinas Tata Ruang dan Bangunan Kabupaten Tangerang. Kabupaten Tangerang adalah kabupaten yang terletak di Provinsi Banten, Indonesia. Secara geografis, kabupaten ini mencakup area seluas 103.454 Ha. Kabupaten Tangerang terletak di bagian timur Provinsi Banten. Ibu kota kabupaten ini terletak di Kecamatan Tigaraksa. Kabupaten Tangerang memiliki 29 kecamatan. Luas wilayah Kabupaten Tangerang 9,93 persen dari seluruh luas wilayah Provinsi Banten dengan batas wilayah sebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa, sebelah timur dengan Kota Tangerang, Kota Tangerang Selatan, Provinsi DKI Jakarta, dan sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Bogor dan Kota Depok, sedangkan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Lebak dan Kabupaten Serang **(BPS Kab. Tangerang, 2020)**.

4) Pre-Processing Data

Tahapan Pre-Processing Data melakukan koreksi pada citra yang digunakan untuk menghilangkan awan dan gangguan lainnya dan melakukan filtering date untuk memilih citra yang berada dalam rentang waktu yang ditentukan (01-01-2023 hingga 31-12-2023)

5) Visualisasi Citra

Visualisasi Citra Menggunakan kombinasi band untuk visualisasi band yang digunakan R=4, G=3, B=2 untuk tampilan RGB dan menggunakan band 8, 4, dan 3 untuk tampilan False Color Infrared .

6) Penentuan Band dan Indeks Spektral

Penentuan Band dan Indeks Spektral adalah memilih band dengan resolusi spasial 10 m, termasuk band NIR (Near Infrared) dan menghitung indeks spektral seperti Simple Ratio (SR) dan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) untuk melakukan analisis lebih lanjut.

7) Pembuatan Area Pelatihan dan Data Uji

Pembuatan Area Pelatihan dan Data Uji berguna untuk mengidentifikasi dan membuat area pelatihan untuk klasifikasi tutupan lahan dan dilakukan pengumpulan 300 sampel dibagi menjadi 210 sampel untuk data latih (70%) dan 90 sampel untuk data uji (30%) dan 100 sampel untuk data validasi dan kelas tutupan lahan yang ditentukan adalah vegetasi, badan air, lahan terbangun, dan lahan terbuka.

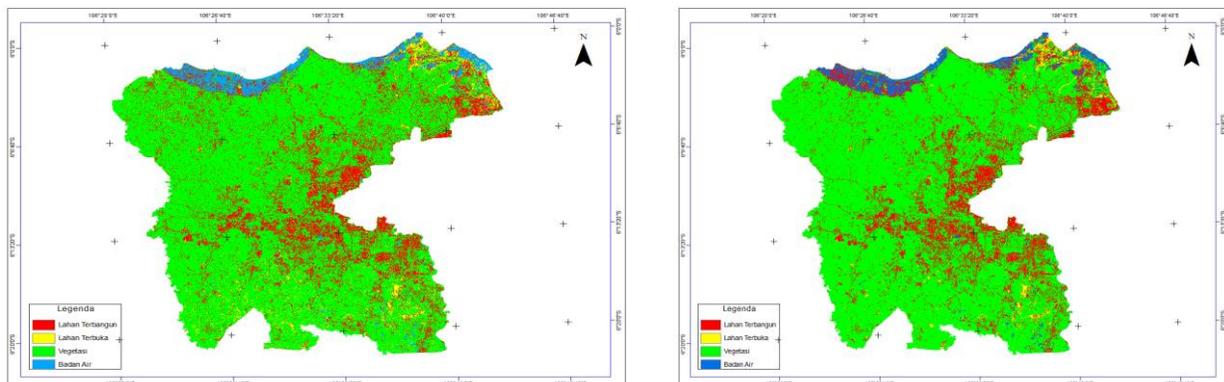
8) Klasifikasi Tutupan Lahan

Pada tahap ini dilakukan 2 kali klasifikasi CART dan Random Forest untuk melatih model menggunakan data pelatihan menggunakan data pelatihan dengan algoritma CART dan Random Forest untuk menghasilkan peta klasifikasi tutupan lahan.

### 3. HASIL DAN ANALISIS

#### 3.1 Hasil Estimasi Ketinggian

Penelitian ini menghasilkan klasifikasi tutupan lahan di Kabupaten Tangerang tahun 2023 menggunakan algoritma *Classification and Regression Trees* (CART) dan *Random Forest* (RF) pada Gambar 4.



**Gambar 4. DSM Hasil Pengolahan CART dan Random Forest**

Klasifikasi tutupan lahan menggunakan CART menghasilkan akurasi keseluruhan sebesar 86,41% dengan koefisien kappa 81,22%. Sementara itu, algoritma RF menunjukkan performa lebih unggul dengan akurasi keseluruhan sebesar 89,79% dan koefisien kappa 85,79%. Perbedaan akurasi ini dipengaruhi oleh karakteristik algoritma masing-masing, di mana RF mampu mengurangi risiko *overfitting* dengan menggabungkan hasil dari beberapa pohon keputusan. Tabel berikut merangkum hasil pengujian akurasi untuk kedua algoritma pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Algoritma CART Dan Random Forest**

<b>Kelas Referensi</b>	<b><i>CART Producer Accuracy</i></b>	<b><i>CART User Accuracy</i></b>	<b><i>RF Producer Accuracy</i></b>	<b><i>RF User Accuracy</i></b>
Vegetasi	80,29%	75,86%	83,21%	78,08%
Lahan Terbangun	91,55%	80,25%	91,55%	95,59%
Lahan Terbuka	90,36%	94,93%	88,84%	88,84%
Badan Air	97,40%	96,15%	94,81%	96,05%

**Tabel 3 Confusion Matrix Hasil Klasifikasi Random Forest**

<b>Sampel</b>	<b>Lahan Terbangun 0</b>	<b>Lahan Terbuka 1</b>	<b>Vegetasi 2</b>	<b>Badan Air 3</b>	<b>Total</b>	<b>Producer Accuracy</b>	<b>Omisi</b>
<b>0</b>	122	10	13	3	148	82,43	17,57
<b>1</b>	3	73	7	0	83	87,95	12,05
<b>2</b>	3	1	274	0	278	98,56	1,44
<b>3</b>	3	0	1	73	77	94,81	5,19
<b>Total</b>	131	84	295	76	586		
<b>User Accuracy</b>	93,13	86,90	92,88	96,05		542	
<b>Komisi</b>	6,87	13,10	7,12	3,95			
<b>Overall Accuracy</b>	<b>92,491</b>						
<b>Kappa Accuracy</b>	<b>88,749</b>						

**Tabel 4 Confusion Matrix Hasil Klasifikasi CART**

Sampel	Lahan Terbangun 0	Lahan Terbuka 1	Vegetasi 2	Badan Air 3	Total	Producer Accuracy	Omisi
0	122	4	20	2	148	82,43	17,57
1	5	75	2	1	83	90,36	9,64
2	17	0	261	0	278	93,88	6,12
3	2	0	0	75	77	97,40	2,60
<b>Total</b>	146	79	283	78	586		
<b>User Accuracy</b>	83,56	94,93	92,22	96,15		533	
<b>Komisi</b>	16,43	5,06	7,77	3,84			
<b>Overall Accuracy</b>	<b>90,956</b>						
<b>Kappa Accuracy</b>	<b>86,528</b>						

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat dikemukakan kesimpulan yaitu:

Kesimpulan Dari hasil dari penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan CART Dan *Random Forest*. menggunakan citra Sentinel-2A pada tahun 2023 sudah melebihi ketentuan yang ditetapkan. Hasil akurasi klasifikasi dari dua metode tersebut Training sample memiliki pengaruh yang signifikan terhadap akurasi klasifikasi Keunggulan RF terlihat dalam kemampuannya menangani variasi spektral yang kompleks dan meminimalkan risiko *overfitting* melalui pendekatan ensemble learning. Penelitian ini berhasil mengidentifikasi empat kelas utama tutupan lahan, yaitu vegetasi, badan air, lahan terbangun, dan lahan terbuka. Kelas badan air menunjukkan akurasi tertinggi, khususnya dengan algoritma RF, di mana *user accuracy* mencapai 100%. Faktor yang memengaruhi hasil klasifikasi meliputi kualitas citra satelit, penggunaan indeks spektral seperti NDVI dan *Simple Ratio*, serta distribusi data pelatihan dan pengujian yang representatif. Semakin baik kualitas data dan representasi sampel, semakin tinggi pula akurasi yang dapat dicapai. Hasil klasifikasi ini memberikan informasi spasial yang penting untuk mendukung perencanaan tata ruang, konservasi lingkungan, dan pengelolaan sumber daya alam di Kabupaten Tangerang. Oleh karena itu, algoritma RF lebih direkomendasikan untuk kebutuhan pemetaan tutupan lahan dengan tingkat akurasi yang tinggi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi dan dukungan dalam penyusunan jurnal ini. Permana-tama terimakasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat dan karunia-Nya sehingga jurnal ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih yang tulus juga kepada Bapak Hary Nugroho atas bimbingan, saran, dan kritik yang sangat berharga selama proses penulisan jurnal ini. Terakhir, ucapan terimakasih kepada keluarga dan teman-teman yang selalu memberikan dukungan dan motivasi. Semoga jurnal ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi peneliti lainnya.

## DAFTAR RUJUKAN

- AN, A. Ningsih. (2019). Penerapan metode CART (Classification and Regression Tree) pada tingkat partisipasi angkatan kerja di Kota Makassar. *Laporan*. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Diakses pada 27 Juni 2023, dari <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/16053/>.
- Aprizandy, M. (2022). Penerapan AI computer vision dan machine learning YOLOv5 untuk taksasi produksi pada perkebunan tebu.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Kabupaten Tangerang dalam angka 2020*. Tangerang: Badan Pusat Statistik Kabupaten Tangerang.
- Badan Standardisasi Nasional. (2010). *SNI 7645: Klasifikasi penutup lahan*. Jakarta. Diakses pada 7 Juli 2023, dari <https://repository.unikom.ac.id/44316/1/15.%20SNI%207645-2010%20Klasifikasi%20penutup%20lahan.pdf>.
- Breiman, L. (2001). Random forest. *Handbook of Statistics Department University of California*.
- Gilles, L. (2014). Understanding random forests from theory to practice. *University of Liege PhD Dissertation*.
- Havyas, V. B., Choodarathnakara, A. L., Thribhuvan, R., & Chethan, K. S. (2015). Decision tree approach for classification of satellite imagery. *International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE)*, 5(2), ISSN: 2231-2307.
- Heryadi, Y., & Wahyono, T. (2020). Machine learning: Konsep dan implementasi. Yogyakarta: Gava Media. Diakses pada 14 Desember 2024, dari [https://www.researchgate.net/publication/344419764\\_Machine\\_Learning\\_Konsep\\_dan\\_Implementasi](https://www.researchgate.net/publication/344419764_Machine_Learning_Konsep_dan_Implementasi).
- Hussein, Saddam. (2021). Uji akurasi hasil klasifikasi citra penginderaan jauh. Diakses pada 28 Juni 2023, dari <https://geospasialis.com/uji-akurasipenginderaan-juh/>.
- Id, I. D. (2021). Machine learning: Teori, studi kasus, dan implementasi menggunakan Python. Unri Press. Diakses pada 24 Desember 2024, dari [https://www.researchgate.net/publication/353338909\\_Machine\\_Learning\\_Teori\\_Studi\\_Kasus\\_dan\\_Implementasi\\_Menggunakan\\_Python](https://www.researchgate.net/publication/353338909_Machine_Learning_Teori_Studi_Kasus_dan_Implementasi_Menggunakan_Python).

- Jensen, J. R., & Cowen, D. J. (1999). Remote sensing of urban/suburban infrastructure and socio-economic attributes. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 65, 611–622.
- Katmoko, A. S., Mulia, I. R., Novie, I., & Natsir, M. (2014). Klasifikasi hutan-non hutan data Alos Palsar menggunakan metode random forest. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*, LAPAN.
- Lillesand, T. M., & Kiefer, R. W. (1979). *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley and Sons, New York.
- Lillesand, T. M., & Kiefer, R. W. (2008). *Remote sensing and image interpretation: Sixth edition*. New York.
- Oktaviani, N., & Kusuma, H. A. (2017). Pengenalan citra satelit Sentinel-2 untuk pemetaan kelautan. *Oseana*, 42(3), 40-55.
- Pantech. (2023). Machine learning projects and ideas. Diakses pada 14 Desember 2024, dari <https://www.pantechsolutions.net/machine-learning-projects-and-ideas>.
- Pemerintah Indonesia. (2007). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang*. Jakarta.
- Prahasa, E. (2008). Model permukaan digital. Informatika, Bandung.
- Purwadhi, S. H. (2001). Interpretasi citra digital. Jakarta: Grasindo.
- Purwanto, E. H., & Lukiawan, R. (2019). Parameter teknis dalam usulan standar pengolahan penginderaan jauh: metode klasifikasi terbimbing. *Jurnal Standardisasi*, 21(1), 67-78.
- Putra, M. R. R., & Rudiarto, I. (2018). Simulasi perubahan penggunaan lahan dengan konsep celluler automata di Kota Mataram. *Jurnal Pengembangan Kota*, 6(2), 174-185. Diakses pada 13 Mei 2024, dari <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jpk/article/view/4324>.
- Samudrala, S. (2019). Machine intelligence: Demystifying machine learning, neural networks, and deep learning. Notion Press. Diakses pada 14 Desember 2024, dari <https://books.google.co.id/>.
- Septian, A., dkk. (2019). Perbandingan metode supervised classification dan unsupervised classification terhadap penutup lahan di Kabupaten Buleleng. *Jurnal Geografi*, 16(2), 2549-3094.

- Simon, G. J. (2024). Health informatics artificial intelligence and machine learning in health care and medical sciences: Best practices and pitfalls. *Nature Switzerland AG*. Diakses pada 30 Juli 2024, dari <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-031-39355-6>.
- Speiser, J. L., Durkalski, V. L., & Lee, W. M. (2015). Random forest classification of etiologies for an orphan disease. *Statistics in Medicine*, 34(5), 887-899.
- Sukoco, Bayu. (2022). Kajian pemanfaatan teknologi Google Earth Engine untuk bidang penginderaan jauh. *Laporan*. Lampung: Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
- Sumartini, S. H., & Purnami, S. W. (2016). Penggunaan metode classification and regression trees (CART) untuk klasifikasi rekurensi pasien kanker serviks di RSUD Dr. Soetomo Surabaya. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2).
- Syahbana, M. I. (2013). Identifikasi perubahan tutupan lahan dengan metode object-based image analysis. *Laporan*. Bandung: Teknik Geodesi dan Geomatika Institut Teknologi Bandung. Diakses pada 3 Juli 2023, dari <https://digilib.itb.ac.id/index.php/gdl/view/18921>.
- Verrelst, J., Muñoz, J., Alonso, L., Delegido, J., Rivera, J. P., Camps-Valls, G., & Moreno, J. (2012). Machine learning regression algorithms for biophysical parameter retrieval: Opportunities for Sentinel-2 and -3. *Remote Sensing of Environment*, 118, 127-139.
- Wicaksono, Muhammad Satrio, & Darmawan, Soni. (2021). Pemetaan pemantauan lahan perkotaan dengan data Landsat multitemporal menggunakan Google Earth Engine (Studi Kasus: Kota Bandung, Jawa Barat dan Kota Semarang, Jawa Tengah). *Laporan*. Bandung: Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Wiguna, H. A., Nasihin, I., & Kosasih, D. (2019). Perubahan tutupan dan penggunaan lahan di DAS Cisanggarung, Jawa Barat. *Wanaraksa*, 13(2). Diakses pada 25 Juni 2023, dari <https://journal.uniku.ac.id/index.php/wanaraksa/article/view/4682>.