



**PROYEKSI TUTUPAN LAHAN TAHUN 2025 DAN 2026 DENGAN PENDEKATAN  
RANDOM FOREST CLASSIFIER DI SUB-DAS CIBEUSI, KECAMATAN  
JATINANGOR, KABUPATEN SUMEDANG, PROVINSI JAWAB BARAT**

**Muhammad Arigi Adityarahman<sup>1\*</sup>, Muhammad Kurniawan Alfadli<sup>1</sup>, Yudhi Listiawan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

\*Email Korepondensi: [muhammad20149@mail.unpad.ac.id](mailto:muhammad20149@mail.unpad.ac.id)

**ABSTRAK**

Perubahan tutupan lahan merupakan indikator penting dalam transformasi lingkungan yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia. Perubahan ini dapat memperngaruhi berkurangnya daerah resapan air. Sub-DAS Cibeusi di Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat, merupakan wilayah dengan potensi air tanah signifikan. Wilayah ini memegang peranan penting dalam menyediakan zona resapan air tanah. Sub-DAS Cibeusi terletak di perbatasan Kabupaten Sumedang dan Kabupaten Bandung, sehingga pembangunan di area tersebut dapat memengaruhi tutupan lahan yang berperan penting sebagai zona resapan air tanah. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi tutupan lahan di Sub-DAS Cibeusi pada tahun 2025 dan 2026 dengan menggunakan model *Random Forest* pada *Google Earth Engine*, berdasarkan perubahan tutupan lahan tahun 2020, 2021, dan 2023. Data yang digunakan diambil dari citra satelit *Sentinel-2* dan *Digital Elevation Model (DEM)* Jawa Barat. Model *Random Forest* menghasilkan prediksi tutupan lahan tahun 2025 dengan akurasi 84% dan koefisien *kappa* 0,8, sementara prediksi tahun 2026 memiliki akurasi 83% dengan koefisien *kappa* 0,79. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan tutupan lahan pemukiman sebesar 67,48%, penurunan hutan sebesar 50,17%, peningkatan lahan tanam 14,66%, peningkatan lahan kosong sebesar 82,42%, dan kenaikan signifikan pada jalan raya sebesar 635,84%. Proyeksi ini harus diperhatikan dalam tata kelola ruang agar zona resapan air tetap terjaga dan Sub-DAS Cibeusi mampu mempertahankan ruang terbuka hijau, sehingga sumber daya air di wilayah tersebut dapat terjaga secara optimal.

Kata Kunci: Tutupan Lahan, *Machine Learning*, *Random Forest*, *Remote Sensing*, *Sentinel-2*.

**ABSTRACT**

*Land cover change is a crucial indicator of environmental transformation driven by human activities. This change can significantly impact the reduction of groundwater recharge areas. The Cibeusi Sub-watershed, located in Jatinangor District, Sumedang Regency, West Java, is an area with significant groundwater potential. It plays an important role in providing groundwater recharge zones. The sub-watershed is situated on the border of Sumedang and Bandung, making land development in the area a potential threat to land cover, which serves as vital groundwater recharge zones. This study aims to predict land cover in the Cibeusi Sub-watershed for the years 2025 and 2026 using the Random Forest model on Google Earth Engine, based on land cover changes from 2020, 2021, and 2023. The data used in this study were derived from Sentinel-2 satellite imagery and the West Java Digital Elevation Model (DEM). The Random Forest model predicted land cover in 2025 with an accuracy of 84% and a kappa coefficient of 0.8, while the 2026 prediction had an accuracy of 83% and a kappa coefficient of 0.79. The results of the study show an increase in residential land cover by 67.48%, a decrease in forest areas by 50.17%, an increase in cultivated land by 14.66%, an increase in barren land by 82.42%, and a significant rise in road infrastructure by 635.84%. These projections should be considered in spatial planning to ensure that groundwater recharge zones are preserved and that the Cibeusi Sub-watershed maintains its green open spaces, thus optimizing the conservation of water resources in the area.*

**Keywords:** *Land Cover, Machine Learning, Random Forest, Remote Sensing, Sentinel-2.*

## PENDAHULUAN

Perubahan tutupan lahan merupakan salah satu indikator penting dari transformasi lingkungan yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia. Aktivitas manusia, seperti urbanisasi, pertanian, dan pembangunan infrastruktur, telah memberikan dampak yang nyata terhadap pola tutupan lahan di berbagai daerah (Lambin et al., 2019). Perubahan pola tutupan lahan ini dapat mempengaruhi faktor-faktor lingkungan seperti keanekaragaman hayati, hidrologi, dan sistem iklim. Salah satu faktor terpenting dalam lingkungan adalah faktor hidrologi. Perubahan terhadap tutupan lahan dapat mempengaruhi jumlah potensi resapan air akibat dari perubahan lahan terbuka menjadi lahan terbangun.

Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Cibeusi di Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi air tanah yang signifikan yaitu dengan kategori kelas resapan air tanah *moderate – good* (Nugraha, 2023). Sub-DAS ini terletak di perbatasan antara Kabupaten Sumedang dan Kabupaten Bandung. Perubahan tutupan lahan yang terjadi di daerah sekitar Sub-DAS akibat urbanisasi, pembangunan infrastruktur, dan aktivitas pertanian mempengaruhi kuantitas dan kualitas air tanah di wilayah tersebut. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2023), Kecamatan Jatinangor mengalami pertumbuhan penduduk sebesar 0,65% pada rentang waktu 2022-2023. Pertumbuhan ini menunjukkan adanya peningkatan aktivitas manusia yang berpotensi mempengaruhi perubahan tutupan lahan di Sub-DAS

Cibeusi. Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana pola dari perubahan tutupan lahan pada suatu wilayah yang memegang peranan penting dalam menyediakan sumberdaya air tanah dan bagaimana pendekatan proyeksi dapat dikembangkan sebagai acuan untuk memperlihatkan pola perubahan tutupan lahan di masa depan.

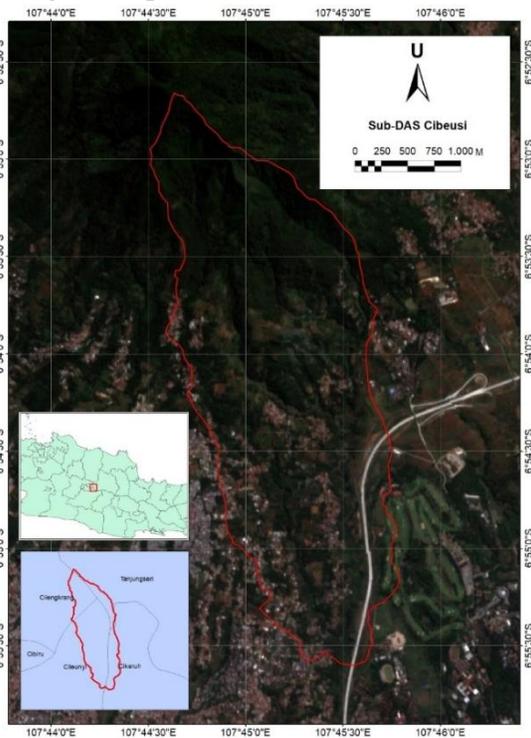
Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi perubahan tutupan lahan di Sub-DAS Cibeusi pada tahun 2025 dan 2026 sesuai dengan perubahan tutupan lahan tahun 2020, 2021, dan 2023 dengan menggunakan metode *machine learning* model *Random Forest* dalam *Google Earth Engine*. Penelitian ini akan memanfaatkan data penginderaan jauh untuk mengidentifikasi pola dari perubahan tutupan lahan. Turner et al. (2020) menekankan bahwa prediksi perubahan tutupan lahan sangat penting untuk mengevaluasi bagaimana aktivitas manusia dan fenomena alam mempengaruhi ekosistem. Prediksi ini memainkan peran penting dalam mendukung perencanaan lahan yang berkelanjutan dan mengurangi dampak buruk perubahan tutupan lahan terhadap lingkungan.

## METODE PENELITIAN

### Objek dan Lokasi Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah Sub-DAS Cibeusi yang terletak pada Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat. Secara geografis, daerah penelitian terletak di sebelah Selatan Gunung Manglayang dengan koordinat 6°52'30" LS sampai 6°55'28" LS dan garis bujur 107°44'08" BT sampai 107°46'11"

BT. Sub-DAS Cibeusi memiliki luas sebesar 7.433.118,94 m<sup>2</sup>. Peta lokasi ditunjukkan pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Daerah Penelitian Sub-DAS Cibeusi

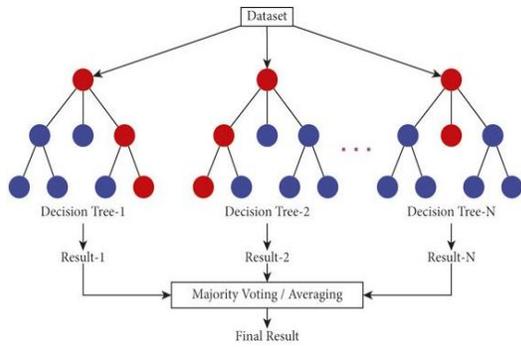
## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *machine learning* dengan model *Random Forest* yang tersedia pada *Google Earth Engine (GEE)*. Pengolahan data dalam *Google Earth Engine (GEE)* menggunakan bahasa pemrograman website yaitu *JavaScript*. Salah satu algoritma pemrosesan data yang disediakan oleh *Google Earth Engine (GEE)* adalah algoritma *machine learning*. Dalam modul ini, terdapat berbagai macam model yang dapat pengguna gunakan untuk melakukan pemrosesan data sesuai dengan bentuk dari datanya.

Secara umum, model dalam *machine*

*learning* dapat dibagi menjadi *supervised* dan *unsupervised learning*. *Supervised learning* merupakan pendekatan pembelajaran mesin di mana algoritma dilatih menggunakan data yang sudah memiliki label, memungkinkan model untuk mempelajari hubungan antara *input* dan *output* yang sudah diketahui. Sedangkan *unsupervised learning* sebagai pendekatan di mana model belajar dari data tanpa label, bertujuan untuk mengidentifikasi pola atau struktur tersembunyi dalam dataset yang tidak memiliki *output* yang diketahui (Goodfellow et al (2016). Dalam penelitian ini, model yang akan digunakan adalah *supervised learning* model *Random Forest*. Hal ini dikarenakan data yang digunakan dalam proyeksi *machine learning* diberikan label untuk tutupan lahan masing – masing dan *output* dari proyeksi merupakan perubahan tutupan lahan yang didasarkan dari perubahan label tersebut.

*Random Forest* merupakan teknik pembelajaran mesin yang menggabungkan banyak pohon keputusan untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat (Hastie et al, 2017). Berbeda dengan pohon keputusan (*decision tree*), *random forest* terdiri dari banyak *decision tree* dimana setiap pengambilan keputusan dilakukan secara acak pada setiap pohonnya, kemudian semua prediksi akan dihitung rata – ratanya atau diambil voting terbanyak berdasarkan pohon - pohon tersebut dan kemudian hasil tersebut digunakan sebagai keputusan akhir (sebuah nilai yang diprediksi) (Belgiu, 2016). *Random Forest* tersedia di dalam module *machine learning* pada *Google Earth Engine*.



**Gambar 2.** Ilustrasi Pohon Keputusan Random Forest (Khan et al, 2021)

Untuk menilai performa dari sebuah model *machine learning*, setiap model memiliki nilai pengukuran performa atau matriks evaluasi. Matriks evaluasi dapat membandingkan hubungan antara data referensi hasil dari prediksi dengan data yang diketahui. Dalam masalah klasifikasi, matriks evaluasi yang digunakan adalah berupa akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) dan *kappa* (*kappa accuracy*) yang dihasilkan dari matriks konfusi (Arison dang, 2015). Matriks konfusi merupakan sebuah matriks yang digunakan dalam menghimpun semua hasil prediksi dari sebuah model. Terdapat empat komponen yang digunakan untuk menghitung matriks evaluasi yang diantaranya adalah:

1. *True Positive* (TP) merupakan nilai yang diprediksi positif dan nilai sebenarnya positive.
2. *True Negative* (TN) merupakan nilai yang diprediksi positif negatif dan nilai sebenarnya negatif..
3. *False Positive* (FP) merupakan nilai yang diprediksi positif tetapi nilai sebenarnya negatif.
4. *False Negative* (FN) merupakan nilai yang diprediksi positif, negatif tetapi nilai sebenarnya positif.

		Actual Values	
		Positive (1)	Negative (0)
Predicted Values	Positive (1)	TP	FP
	Negative (0)	FN	TN

**Gambar 3.** Matriks Konfusi (Sutrisna et al, 2024)

1. Akurasi (*Overall Accuracy*)

*Overall accuracy* adalah indikator yang digunakan untuk menilai kinerja klasifikasi model dengan mengukur persentase prediksi yang benar terhadap total prediksi yang dilakukan oleh model (Stehman, 2020). Untuk menghitung besarnya akurasi, menyesuaikan dengan matriks konfusi, maka dapat menggunakan rumus:

$$Overall Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FN+TN} \quad (1)$$

2. Koefisien Kappa (*Kappa Accuracy*)

*Kappa coefficient* adalah metrik statistik yang menilai kesesuaian antara hasil prediksi model dengan data sebenarnya, serta memperhitungkan probabilitas kesepakatan acak (Kuhn dan Johnson, 2013). Nilai dari koefisien kappa kemudian dapat diklasifikasikan sesuai dengan tingkat keamatan kesepakatan yang diklasifikasikan pada table berikut ini:

**Tabel 1.** Nilai Keamatan Kesepakatan Kappa

Nilai Kappa	Keamatan Kesepakatan
< 0,20	Rendah
0,21 – 0,40	Lumayan
0,61 – 0,80	Kuat
0,81 – 1,00	Sangat Kuat

Untuk menghitung besarnya koefisien kappa, maka dapat menggunakan rumus:

$$Kappa = \frac{2 \times (TP+TN-FN \times FP)}{(TP+FP) \times (FP+TN)+(TP+FN) \times (FN+TN)} \quad (2)$$

### Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Citra Satelit Sub-DAS Cibeusi

Data citra satelit Sub-DAS Cibeusi didapatkan dari Satelit *Sentinel-2* yang dengan bebas dapat diakses pada platform *Google Earth Engine*. Durasi pengambilan citra satelit adalah tahun 2020, 2021, dan 2023. Resolusi band yang didapatkan

diantaranya adalah *Band 4* 10m, *Band 3* 10m, dan *Band 2* 10m.

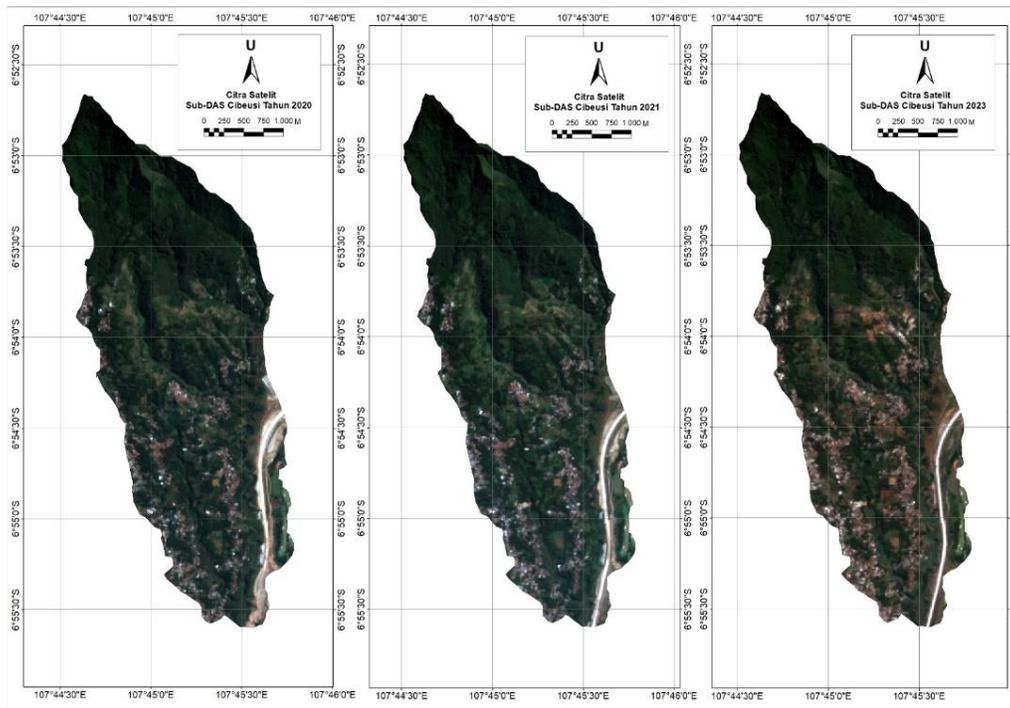
#### 2. DEM Jawa Barat

Data *DEM* didapatkan dari website geospasial indonesia tanah airku. Data ini memiliki resolusi 30m.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Klasifikasi Tutupan Lahan

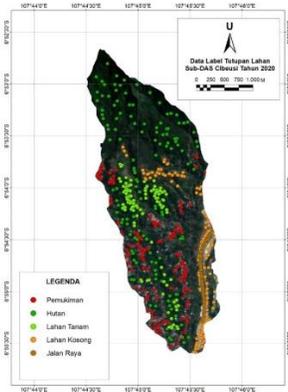
Data citra satelit *Sentinel-2* (*S-2*) tahun 2020, 2021, dan 2023 Sub-DAS Cibeusi (**Gambar 4**) digunakan dalam menentukan klasifikasi tutupan lahan tahun 2020, 2021, dan 2023.



**Gambar 4.** Citra Satelit Sub-DAS Cibeusi Tahun 2020, 2021, dan 2023

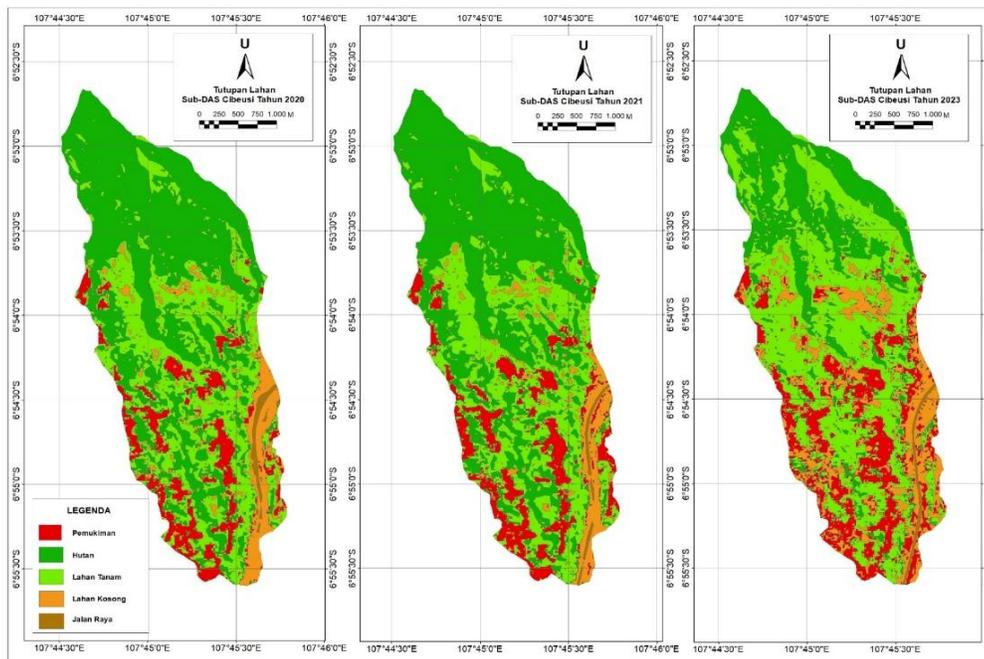
Data ini kemudian diberikan label sehingga setiap tutupan lahan yang terlihat pada setiap pikselnya memiliki label masing – masing (**Gambar 5**). Jenis tutupan lahan

pada Sub-DAS Cibeusi diantaranya adalah pemukiman, hutan, lahan tanam, lahan kosong, dan jalan raya.



**Gambar 5.** Sebaran Titik Tutupan Lahan Pada Google Earth Engine

Hasil dari klasifikasi menggunakan model *Random Forest* disajikan pada gambar berikut ini (**Gambar 6**). Model *Random Forest* berhasil mengklasifikasikan tutupan lahan Sub-DAS Cibeusi tahun 2020, 2021, dan 2023 dengan akurasi sebesar 84% dengan koefisien kappa sekitar 0,8 yang termasuk ke dalam keeratan kesepakatan sangat kuat.



**Gambar 6.** Peta Tutupan Lahan Sub-DAS Cibeusi Tahun 2020, 2021, dan 2023

Besaran tutupan lahan pada tahun 2020, 2021, dan 2023 disajikan pada tabel berikut ini (**Tabel 3**).

**Tabel 2.** Perubahan Tutupan Lahan Sub-DAS Cibeusi Tahun 2020 – 2023

No	Jenis Tutupan Lahan	Tahun			Besarnya Perubahan Lahan (m <sup>2</sup> )	Besarnya Perubahan Lahan (%)
		2020	2021	2023		
1	Pemukiman	770.831,71	919.833,79	1.226.867,93	456.036,22	59,16
2	Hutan	3.624.207,51	3.567.274,16	1.803.171,74	-1.821.035,77	-50,24
3	Lahan Tanam	2.414.625,28	2.411.282,38	3.254.228,07	839.602,79	34,77
4	Lahan Kosong	630.430,92	559.016,043	1.158.590,09	528.159,16	83,77
5	Jalan Raya	71.637,24	53.354,87	67.637,4	-3.999,83	-5,58

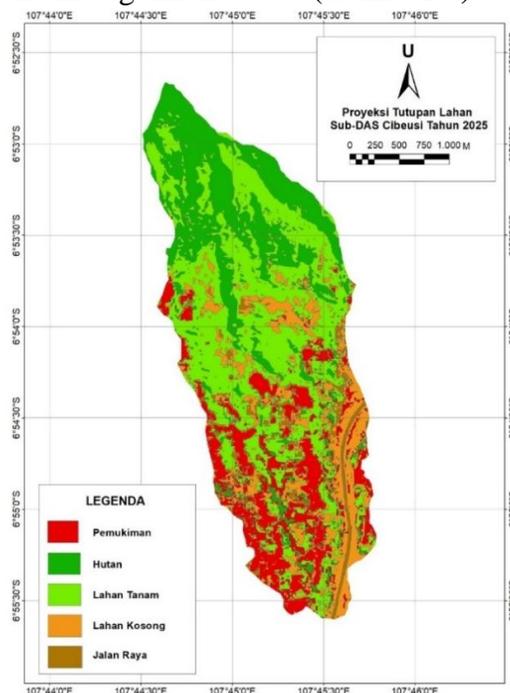
Tutupan lahan yang berhasil diklasifikasikan kemudian digunakan sebagai data yang akan dilakukan prediksi. Tutupan lahan tahun 2025 diprediksi menggunakan tutupan lahan 2021 dan 2023, sedangkan tutupan lahan tahun 2026 diprediksi menggunakan tutupan lahan 2020 dan 2023.

Data perubahan tutupan lahan yang diperoleh kemudian dipecah menjadi data *training* dan data *test*. Data *training* digunakan untuk melakukan pelatihan pada model *machine learning*, sedangkan data *test* merupakan data dimana model akan mencoba menebak atau memprediksi hasilnya. Pada setiap *pixel* dari gambar perubahan tutupan lahan mempunyai bobot masing - masing yang mengindikasikan perubahan jenis tutupan lahannya. Bobot atau nilai tersebut kemudian akan dilihat *trend* atau pola yang dapat dijadikan acuan sehingga model dapat mempelajari jenis tutupan lahan apa yang akan dikategorikan

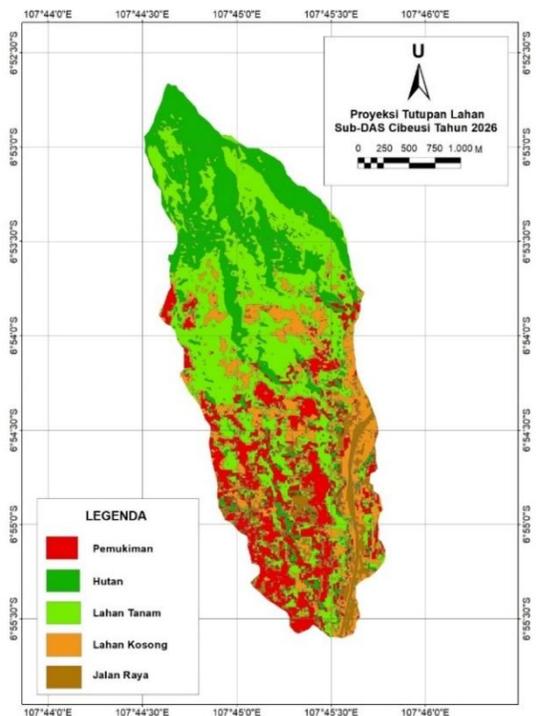
sesuai dengan bobotnya.

Pada prediksi pertama yaitu menggunakan data tahun 2021 dan 2023, model berhasil menebak dengan akurasi sekitar 84% dan koefisien kappa 0,8 yang masuk ke dalam keamatan penerimaan kuat. Pada model ini kemudian dilakukan prediksi perubahan tutupan lahan dengan memproyeksikan perubahan 2 tahun yaitu pada tahun 2025 sesuai dengan perubahan tutupan lahan tahun 2021 dan 2023 (**Gambar 7**).

Pada prediksi kedua yaitu menggunakan data tahun 2020 dan 2023, model berhasil menebak dengan akurasi sekitar 83% dan koefisien kappa 0,79 yang masuk ke dalam keamatan penerimaan kuat. Pada model ini kemudian dilakukan prediksi perubahan tutupan lahan dengan memproyeksikan perubahan 3 tahun yaitu pada tahun 2026 sesuai dengan perubahan tutupan lahan tahun 2020 dan 2023 (**Gambar 8**).



**Gambar 7.** Peta Proyeksi Perubahan Tutupan Lahan Sub-DAS Cibeusi Tahun 2025



**Gambar 8.** Peta Proyeksi Perubahan Tutupan Lahan Sub-DAS Cibeusi Tahun 2026

Berdasarkan kedua prediksi tutupan lahan pada tahun 2025 dan 2026 maka dapat dihitung besaran perubahan lahan pada masing - masing tahun 2020, 2021, 2023,

dan prediksi tutupan lahan pada tahun 2025 dan 2026 disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 3.** Proyeksi Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2020 – 2026

No	Jenis Tutupan Lahan	Tahun					Besar Perubahan Lahan (m <sup>2</sup> )	Besar Perubahan Lahan (%)
		2020	2021	2023	2025	2026		
1	Pemukiman	770.831,71	919.833,80	1.226.867,94	1.250.651,39	1.290.992,20	520.160,48	67,48
2	Hutan	3.624.207,52	3.567.274,16	1.803.171,74	1.802.259,61	1.805.965,12	-1.818.242,39	-50,17
3	Lahan Tanam	2.414.625,28	2.411.282,39	3.254.228,07	2.927.268,62	2.768.522,07	353.896,79	14,66
4	Lahan Kosong	630.430,93	559.016,04	1.158.590,09	1.120.086,79	1.150.051,81	519.620,89	82,42
5	Jalan Raya	71.637,24	53.354,88	67.637,41	410.312,88	527.136,99	455.499,75	635,84

Tabel diatas menunjukkan bahwa terdapat proyeksi perubahan lahan yang signifikan dari tahun 2020 - 2026. Perubahan lahan ini diantaranya adalah pada jenis tutupan lahan pemukiman mengalami kenaikan sebesar 67,48%, pada jenis tutupan lahan hutan/vegetasi

mengalami pengurangan -50,17%, pada jenis tutupan lahan lahan tanam mengalami kenaikan sebesar 14,66%, jenis tutupan lahan kosong mengalami kenaikan sebesar 82,42%, dan jenis tutupan lahan jalan raya mengalami kenaikan yang sangat signifikan sebesar 635,84%.

## KESIMPULAN

Besar nilai perubahan yang terjadi pada tutupan lahan Sub-DAS Cibeusi dari rentang tahun 2020 – 2026 adalah pada jenis tutupan lahan pemukiman mengalami peningkatan sebesar 67,48%, pada jenis tutupan lahan hutan mengalami pengurangan sebesar 50,17%, pada jenis tutupan lahan lahan tanam mengalami penambahan sebesar 14,66%, pada jenis tutupan lahan kosong mengalami penambahan 82,42%, dan pada jenis tutupan lahan jalan raya mengalami peningkatan yang sangat signifikan sebesar 635,84%.

Besaran perubahan tutupan lahan ini merupakan gambaran mengenai bertambahnya lahan terbangun pada Sub-DAS Cibeusi sesuai dengan pola perubahan tutupan lahan pada tahun 2020, 2021, dan 2023. Hal ini tentu harus menjadi perhatian khusus terutama dalam tata kelola ruang sehingga Sub-DAS Cibeusi dapat mempertahankan ruang terbuka hijau sebagai zona resapan agar sumberdaya air dapat terjaga dengan baik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Laboratorium Geologi Lingkungan dan Hidrogeologi Universitas Padjadjaran yang telah memberikan penulis banyak masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Arison dang, V., Sudarsono, B., & Prasetyo, Y. (2015). Klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode segmentasi berbasis algoritma multiresolusi. *Jurnal Geodesi Undip*, 4(1), 9-19.

- Badan Pusat Statistik. 2023. Kabupaten Sumedang Dalam Angka 2023. BPS Kabupaten Sumedang: Percetakan Nugraha.
- Belgiu, M., & Drăguț, L. (2016). Random forest in remote sensing: A review of applications and future directions. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing*, 114, 24-31.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2017). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction* (2nd ed.). Springer.
- Khan, M. Y., Qayoom, A., Nizami, M. S., Siddiqui, M. S., Wasi, S., & Raazi, S. M. K. U. R. (2021). Automated Prediction of Good Dictionary EXamples (GDEX): A Comprehensive Experiment with Distant Supervision, Machine Learning, and Word Embedding-Based Deep Learning Techniques. *Complexity*, 2021(1), 2553199.
- Kuhn, M., & Johnson, K. (2013). *Applied Predictive Modeling*. Springer.
- Lambin, E. F., Turner, B. L., Geist, H. J., et al. (2019). *Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts*. Springer.
- Latue, P. C., Rakuasa, H., Somae, G., & Muin, A. (2023). Analisis perubahan suhu permukaan daratan di Kabupaten Seram Bagian Barat menggunakan platform berbasis cloud Google Earth Engine. *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 2(2), 45-51.
- Nugraha, B. (2023). Pemetaan Groundwater Recharge Potential (GRP) Dengan

- Pendekatan SIG (Sistem Informasi Geografis), Studi Kasus Daerah Aliran Sungai Cibeusi, Kawasan Jatinangor, Kabupaten Sumedang. *JOURNAL OF APPLIED SCIENCE (JAPPS)*, 4(1), 058-071.
- Stehman, S. V. (2020). Selecting and Interpreting Measures of Thematic Classification Accuracy. *Remote Sensing of Environment*, 113(1), 77-89.
- Sutrisna, N. P., Sahirah, R. A., Laksono, K. S. S., Permadhi, R. A. S., Nurannisa, N., Larasati, S. S., & Yudistira, N. (2024). Deteksi Tingkat Kematangan Buah Pepaya menggunakan Model Convolutional Neural Network. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 11(3), 569-578.
- Turner, B. L., Lambin, E. F., & Reenberg, A. (2020). *Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts*. Springer.