

ANALISIS KESESUAIAN LAHAN TANAMAN TEBU DI KABUPATEN MAJALENGKA MENGGUNAKAN ALGORITMA RANDOM FOREST

RIFQI AZIS NURMADHANI, HARY NUGROHO², DST

1. Institut Teknologi Nasional Bandung
2. Institut Teknologi Nasional Bandung

Email : Rifqi.azis@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Kabupaten Majalengka memiliki potensi untuk mengembangkan tanaman tebu, tetapi belum didukung oleh pemetaan kesesuaian lahan yang berbasis data spasial secara sistematis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian lahan tebu dengan menggunakan algoritma Random Forest pada platform Google Earth Engine (GEE). Parameter utama yang dianalisis meliputi suhu permukaan, pH tanah, kemiringan lereng, dan tekstur tanah. Data sampel dikumpulkan, diseimbangkan, dan dibagi menjadi data latih serta data uji. Model Random Forest dilatih dengan menggunakan 598 Dataset dan menghasilkan akurasi sebesar 93,90% serta nilai Kappa 0,90. Analisis feature importance menunjukkan bahwa suhu adalah parameter yang paling dominan dalam klasifikasi. Hasil penelitian ini memberikan informasi spasial yang dapat digunakan sebagai dasar untuk perencanaan pengembangan lahan tebu secara efisien dan berkelanjutan.

Kata kunci: kesesuaian lahan, tebu, Random Forest, Google Earth Engine, feature importance

1. PENDAHULUAN

Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan komoditas penting dalam mendukung ketahanan pangan dan industri gula nasional. Di Kabupaten Majalengka, khususnya wilayah kerja PT. PG Rajawali II Unit Jatitujuh, terdapat potensi besar dalam pengembangan budidaya tebu. Namun hingga saat ini belum tersedia peta kesesuaian lahan berbasis data spasial yang komprehensif untuk mendukung perencanaan budidaya secara optimal. Tantangan ini muncul seiring meningkatnya kebutuhan gula nasional yang belum sepenuhnya dapat dipenuhi oleh produksi domestik, sehingga menyebabkan ketergantungan terhadap impor (Asshiddiqie, Rahmat, & Anggraeny, 2020). Oleh karena itu, perlu dikembangkan metode pemetaan kesesuaian lahan yang efisien dan akurat, khususnya dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh dan kecerdasan buatan.

Dalam konteks tersebut, pendekatan berbasis *machine learning* seperti algoritma *Random Forest* (RF) telah terbukti efektif dalam klasifikasi data spasial dengan kompleksitas tinggi (Belgiu & Drăguț, 2016). Platform *cloud-based* seperti *Google Earth Engine* (GEE) memungkinkan pemrosesan data skala besar dengan efisiensi tinggi, sehingga menjadi solusi ideal untuk analisis kesesuaian lahan (Basuki & Winarso, 2021). Penelitian ini memanfaatkan parameter lingkungan seperti suhu permukaan dari MODIS, pH tanah, tekstur tanah dari ISRIC, serta kemiringan lereng dari DEMNAS sebagai variabel input dalam model klasifikasi RF. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa suhu dan kemiringan lereng memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan optimal

tanaman tebu (Adugna, Xu, & Fan, 2022), (Ahmad, Syarif, & Mudatsir, 2025). Melalui kombinasi metode ini, diharapkan dapat dihasilkan peta kesesuaian lahan yang akurat untuk mendukung perencanaan pengembangan tebu secara berkelanjutan di Kabupaten Majalengka.

2. METODOLOGI DAN PERALATAN

2.1 . Data dan Peralatan

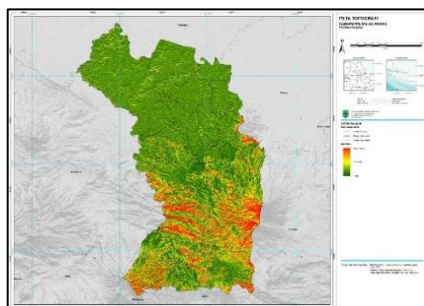
Penelitian ini menggunakan berbagai jenis data spasial dan non-spasial sebagai dasar analisis kesesuaian lahan. Data suhu permukaan diperoleh dari citra satelit MODIS (MOD11A2), sementara parameter pH tanah dan tekstur tanah diperoleh dari ISRIC *World Soil Information*. Data kemiringan lereng diambil dari DEMNAS (Digital Elevation Model Nasional), serta data batas administratif dan kebun tebu diperoleh dari PT. PG Rajawali II Unit Jatitujuh.

Data Yang Digunakan

No.	Jenis Data	Format	Sumber	Tahun
1.	Batas Wilayah Perkebunan Tebu	SHP (<i>Shapefile</i>)	PT.PG Rajawali II Unit Jatitujuh Majalengka	2024
2.	Training Area	Tabular	<i>Google Earth Engine</i>	2025
3.	Data Kemiringan	TIFF	Data DEM Ina- Geoportal	2024
4.	Data suhu	TIFF	Citra Terra-Modis MOD11A2	2024
5.	Data Tekstur tanah	TIFF	ISRIC World Soil Information	2017
6.	Koordinat Kebun Karet	Tabular	Digitasi di <i>Arcmap</i> 10.8	2025
7.	Ph tanah	TIFF	ISRIC World Soil Information	2017

Penelitian ini menggunakan laptop sebagai perangkat keras, dengan perangkat lunak ArcMap 10.8 untuk pra-pemrosesan data, Google Earth Engine (GEE) untuk klasifikasi berbasis *machine learning*, Microsoft Excel untuk pengelolaan data tabular, serta Google Drive untuk penyimpanan cloud. Kombinasi ini mendukung pengolahan data yang efisien dan integrasi analisis lokal maupun berbasis cloud.

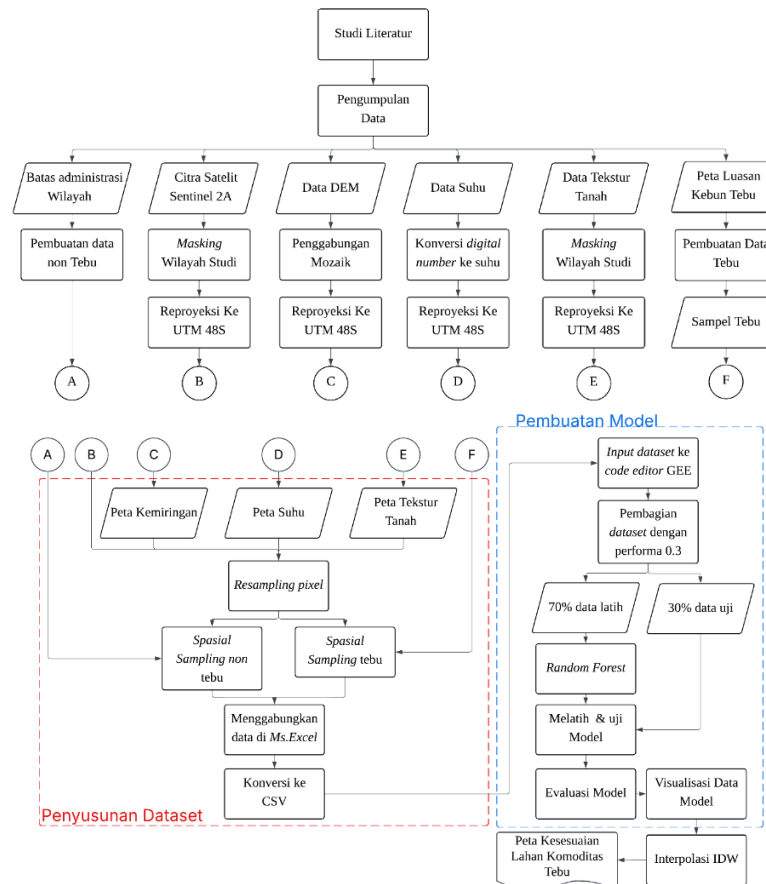
2.2 Lokasi Penelitian



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat, Indonesia, yang secara geografis terletak antara 6°15'00"–7°00'00" Lintang Selatan dan 108°00'00"–108°15'00" Bujur Timur. Wilayah ini memiliki luas sekitar 1.329,25 km² dan terdiri dari 26 kecamatan. Kabupaten Majalengka dipilih sebagai lokasi penelitian karena merupakan salah satu sentra produksi tebu di Indonesia, khususnya melalui aktivitas PT. PG Rajawali II Unit Jatitujuh yang secara aktif mengembangkan budidaya tebu skala besar di wilayah ini.

2.3 Metodologi



Gambar 2. Metodologi Penelitian

Tahapan awal dalam penelitian ini adalah pengumpulan dan penyusunan data parameter kesesuaian lahan, meliputi suhu permukaan, pH tanah, tekstur tanah, dan kemiringan lereng. Data suhu diperoleh dari citra MODIS (MOD11A2), data pH dan tekstur tanah dari ISRIC, serta data kemiringan dari DEMNAS. Seluruh data raster diproses dalam sistem proyeksi yang seragam, kemudian dilakukan pemotongan area menggunakan batas administratif Kabupaten Majalengka. Untuk menyamakan resolusi spasial antar parameter, dilakukan proses *resampling*.

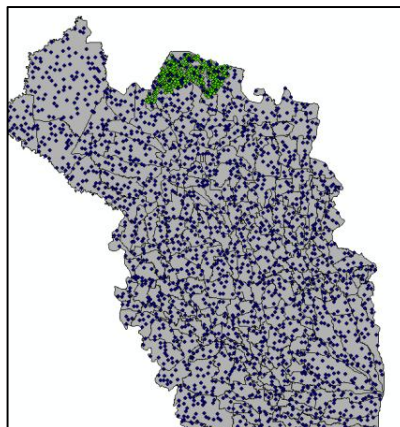
Tahapan berikutnya adalah pembuatan titik sampel. Titik tebu (298 titik) diambil dari SHP perkebunan PT. PG Rajawali II Unit Jatitujuh, sedangkan titik non-tebu (2803 titik) dihasilkan secara acak di seluruh wilayah Kabupaten Majalengka. Data raster diekstrak ke titik-titik ini menggunakan *tool* "Extract Multi Values to Point" di ArcMap, kemudian disimpan dalam format

CSV. Dataset tersebut dibersihkan, dilengkapi atribut kelas (1 untuk tebu, 0 untuk non-tebu), dan diunggah ke *platform Google Earth Engine* (GEE) untuk proses pemodelan.

Untuk mengatasi ketimpangan jumlah sampel, dilakukan undersampling pada data non-tebu sehingga diperoleh 598 titik seimbang yang dibagi menjadi 70% data latih dan 30% data uji. Model dilatih menggunakan algoritma *ee.Classifier.smileRandomForest* dengan empat parameter utama, yaitu suhu, kemiringan, pH tanah, dan tekstur. Evaluasi menggunakan *confusion matrix* menghasilkan metrik akurasi, presisi, *recall*, *F1-score*, dan koefisien Kappa. Model tervalidasi kemudian diterapkan untuk mengklasifikasikan seluruh wilayah Majalengka menjadi dua kelas kesesuaian lahan, yang divisualisasikan dalam bentuk peta spasial melalui interpolasi IDW di ArcMap. Analisis *feature importance* menunjukkan suhu sebagai parameter paling berpengaruh, diikuti kemiringan, pH tanah, dan tekstur.

2.4 Pengolahan Data

Pengolahan data dimulai dengan pembuatan sampel titik yang terdiri dari 298 titik lokasi tanaman tebu dari shapefile perkebunan PT. PG Rajawali II Unit Jatitujuh, serta 2803 titik non-tebu yang dibuat secara acak dalam batas administratif Kabupaten Majalengka. Kedua jenis titik ini digunakan sebagai data latih dan uji dalam proses klasifikasi, dengan penyusunan titik yang mencakup variasi kondisi topografi, tekstur tanah, dan suhu permukaan untuk memastikan keterwakilan biofisik. Seluruh titik diekstrak terhadap nilai raster empat parameter utama, yaitu suhu permukaan, kemiringan lereng, pH tanah, dan tekstur tanah menggunakan *tool Extract Multi Values to Points* di ArcMap 10.8, kemudian diekspor ke CSV, dibersihkan dari nilai kosong atau error, serta diberi label kelas 1 untuk tebu dan 0 untuk non-tebu. Dataset hasil pembersihan selanjutnya diunggah ke *Google Earth Engine* (GEE) untuk pelatihan model *machine learning*.



Gambar 3. Sebaran Data Tebu (Hijau) dan Data Non Tebu (Biru)

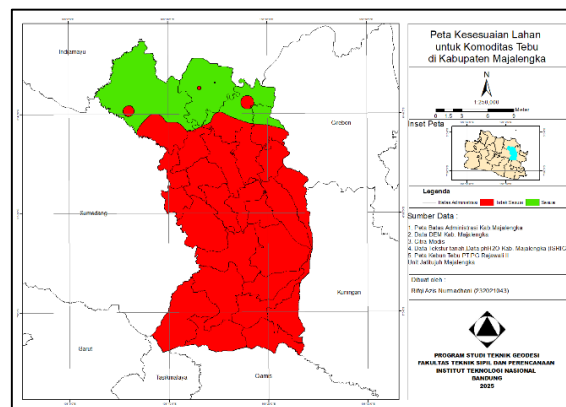
Karena terdapat ketimpangan jumlah kelas, dilakukan undersampling pada data non-tebu sehingga diperoleh 598 sampel seimbang, terdiri dari 298 titik tebu dan 300 titik non-tebu, yang kemudian dibagi menjadi 70% data latih dan 30% data uji. Dataset ini digunakan untuk melatih model klasifikasi menggunakan algoritma *Random Forest*, yang dipilih untuk mengoptimalkan akurasi tanpa menimbulkan *overfitting*. Kinerja model dievaluasi menggunakan confusion matrix untuk memperoleh metrik akurasi, presisi, *recall*, *F1-score*, dan koefisien Kappa. Hasil evaluasi menunjukkan performa yang sangat baik, sehingga parameter yang digunakan dinilai relevan dalam membedakan lahan yang sesuai dan tidak sesuai bagi budidaya tebu.

Model yang telah tervalidasi kemudian diaplikasikan pada seluruh wilayah Kabupaten Majalengka untuk menghasilkan peta klasifikasi dua kelas, yaitu lahan sesuai dan tidak sesuai. Hasil klasifikasi divisualisasikan dalam bentuk raster dan diproses lebih lanjut dengan interpolasi IDW di ArcMap untuk tampilan yang lebih halus. Selain itu, analisis *feature importance* menunjukkan bahwa suhu merupakan variabel paling dominan dalam klasifikasi, diikuti oleh kemiringan, pH tanah, dan tekstur tanah.

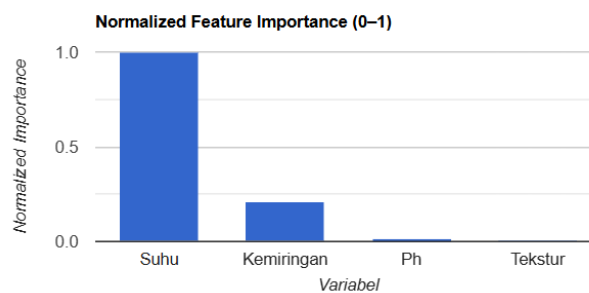
3. HASIL DAN ANALISIS

Model klasifikasi *Random Forest* menunjukkan performa yang sangat baik dalam membedakan lahan sesuai dan tidak sesuai untuk budidaya tebu. Hasil evaluasi confusion matrix menghasilkan nilai *Overall Accuracy* (OA) sebesar 93,90% dan *Kappa Coefficient* 0,877. Nilai *Producer's Accuracy* (PA) dan *User's Accuracy* (UA) untuk kelas "sesuai" masing-masing 98,82% dan 90,32%, sedangkan untuk kelas "tidak sesuai" sebesar 88,60% dan 98,59%. Sebaran spasial menunjukkan bahwa 30.016,49 hektar (22,58%) wilayah penelitian tergolong sesuai, terutama di dataran rendah dan sekitar kebun PT. PG Rajawali II, sementara 102.908,96 hektar (77,42%) tergolong tidak sesuai.

Selain akurasi, model juga dievaluasi menggunakan *F1-score*, yang mengombinasikan *precision* dan *recall*. Hasil *F1-score* untuk kelas "sesuai" mencapai 94,38% dan untuk kelas "tidak sesuai" sebesar 93,33%, dengan nilai macro *F1-score* 0,938. Nilai yang tinggi ini menandakan keseimbangan yang baik dalam pengenalan kedua kelas, sehingga model terbukti andal dan minim kesalahan dalam mengklasifikasikan lahan.



Gambar 4. Peta Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Tebu



Gambar 5. *Feature Importance*

Analisis *feature importance* menunjukkan bahwa suhu permukaan merupakan variabel paling dominan (nilai normalisasi 1,0), sejalan dengan kebutuhan fisiologis tebu pada suhu 25–32°C. Faktor berikutnya adalah kemiringan lereng yang berpengaruh pada erosi dan drainase, serta pH dan tekstur tanah yang memengaruhi ketersediaan hara dan perakaran. Secara keseluruhan, kombinasi keempat parameter ini efektif untuk membedakan lahan sesuai dan tidak sesuai, serta membuktikan bahwa pemanfaatan *Random Forest* pada *Google Earth Engine* akurat dan relevan untuk perencanaan pengembangan tebu yang lebih berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

Algoritma *Random Forest* terbukti mampu mengklasifikasikan kesesuaian lahan tebu di Kabupaten Majalengka dengan akurasi tinggi, ditunjukkan oleh nilai *Overall Accuracy* sebesar 93,90% dan *Kappa Coefficient* 0,877. Nilai *Producer's Accuracy*, *User's Accuracy*, serta *F1-score* pada kedua kategori juga menunjukkan hasil yang konsisten, menandakan model memiliki keseimbangan baik antara precision dan recall.

Analisis *feature importance* menunjukkan bahwa suhu merupakan faktor paling dominan dalam menentukan kesesuaian lahan, diikuti oleh kemiringan lereng, pH tanah, dan tekstur tanah. Kombinasi faktor-faktor tersebut memberikan gambaran kondisi optimal bagi pertumbuhan tebu dan menegaskan bahwa pendekatan ini dapat diandalkan dalam pemetaan kesesuaian lahan.

DAFTAR RUJUKAN

- Adugna, T., Xu, W., & Fan, J. (2022). Comparison of *Random Forest* and Support Vector Machine Classifiers for Regional Land Cover Mapping Using Coarse Resolution FY-3C Images. *remote sensing (MDPI)*, 574.
- Ahmad, R., Syarif, A., & Mudatsir, R. (2025). PERAN MODAL SOSIAL DALAM USAHATANI TEBU DI DESA PARAPPUNGANTA KECAMATAN POLOMBANGKENG UTARA KABUPATEN TAKALAR. *Fruitset Sains : Jurnal Pertanian Agroteknologi*, 37-46.
- Asshiddiqie, M. A., Rahmat, B., & Anggraeny, F. T. (2020). DETEKSI TANAMAN TEBU PADA LAHAN PERTANIAN MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK. *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi*, 229-237.
- Basuki, & Winarso, S. (2021). Peta Sebaran pH Tanah, Bahan Organik Tanah, dan Kapasitas Pertukaran Kation sebagai Dasar Rekomendasi Aplikasi Bahan Organik dan Dolomit pada Lahan Tebu. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri* , 78-93.
- Belgiu, M., & Drăguț, L. (2016). *Random Forest* in remote sensing: A review of applications and future directions. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 24-31.