

ANALISIS GEOSPASIAL PERSEBARAN PERKEBUNAN KELAPA SAWIT DI KECAMATAN SAWIT SEBERANG MENGUNAKAN ALGORITMA DBSCAN BERBASIS GIS

¹Amanda Isnaini Putri, ²Al-Khowarizmi
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia
amandaisnainiputri125@gmail.com

Submit : 12 Juni 2026 | **Diterima** : 23 Juni 2026 | **Terbit** : 24 Juli 2026

ABSTRAK

Perkebunan kelapa sawit merupakan salah satu sektor penting dalam perekonomian daerah, khususnya di Kabupaten Langkat. Kecamatan Sawit Seberang memiliki potensi perkebunan kelapa sawit yang cukup luas sehingga diperlukan analisis untuk mengetahui pola persebarannya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis persebaran perkebunan kelapa sawit menggunakan metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dan algoritma Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN) yang divisualisasikan melalui sistem WebGIS. Data yang digunakan berupa citra satelit Sentinel-2 dan data batas administrasi wilayah dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak QGIS untuk memperoleh nilai NDVI yang digunakan dalam mengidentifikasi tingkat kerapatan vegetasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah Kecamatan Sawit Seberang didominasi oleh vegetasi dengan kerapatan sedang hingga tinggi serta membentuk beberapa kelompok persebaran pada wilayah tertentu. Informasi tersebut kemudian disajikan dalam bentuk peta interaktif berbasis WebGIS.

Kata Kunci: Persebaran Kelapa Sawit; DBSCAN; Sentinel-2; NDVI; WebGIS

PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.), yang menyediakan lapangan kerja dan berkontribusi terhadap Produk Domestik Bruto (PDB), merupakan salah satu komoditas perkebunan strategis bagi Indonesia, dan memainkan peran penting dalam perekonomian negara. Permintaan yang terus meningkat untuk minyak kelapa sawit di seluruh dunia mendorong pengembangan perkebunan secara signifikan di berbagai wilayah, termasuk di tingkat kecamatan di Indonesia. Untuk mendukung perencanaan dan manajemen wilayah yang berkelanjutan, pemantauan dan analisis spasial yang tepat diperlukan sebagai akibat dari ekspansi ini, yang berdampak langsung pada perubahan penggunaan lahan (Asia et al., 2022).

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau Geographic Information System (GIS) adalah sebuah sistem berbasis komputer untuk mengelola, menyimpan, dan menganalisis data geografis. Data spasial dari dunia nyata dapat dikumpulkan, disusun, diakses kembali, dan ditampilkan dengan bantuan teknologi ini (Gunawan et al., 2025).

Kecamatan Sawit Seberang, yang terletak di Kabupaten Langkat, telah menjadi salah satu wilayah penting dalam pengembangan perkebunan kelapa sawit. Namun, penyebaran kebun sawit di daerah ini tidak merata sehingga diperlukan analisis berbasis lokasi yang dapat menggambarkan situasi lapangan secara nyata.

Data perkebunan kelapa sawit biasanya dipresentasikan dalam tabel atau dikelompokkan berdasarkan batas administratif, sehingga tidak mampu menampilkan variasi spasial dan menyulitkan identifikasi area dengan konsentrasi tinggi, rendah, atau terisolasi. Oleh karena itu, penting untuk membuat peta tematik berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) agar informasi lebih akurat dan mudah dipahami.

Penggunaan teknologi penginderaan jauh seperti citra satelit Sentinel-2 sangat penting karena dapat merekam informasi tutupan lahan secara spasial dan temporal dengan resolusi medium yang tinggi serta mampu mendeteksi area kebun sawit dengan parameter vegetasi seperti NDVI (Pertanian & Stiper, 2022).

Dalam studi geospasial, metode analisis clustering seperti DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) digunakan karena efektif menangani dataset dengan distribusi tidak beraturan, mampu mendeteksi klaster, serta menemukan noise atau outlier tanpa menentukan jumlah klaster di awal (Muhammad Rifqi Mubarak, Aris Tri Joko Harjanto, 2025).

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti penyebaran perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Sawit Seberang menggunakan citra satelit Sentinel-2 dan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan algoritma DBSCAN untuk mengidentifikasi pola dan tingkat kepadatan distribusi.

Meskipun sudah ada berbagai studi, penelitian yang menggabungkan citra Sentinel-2 dengan algoritma DBSCAN pada skala kecamatan masih terbatas, terutama di Kecamatan Sawit Seberang. Oleh sebab itu, penelitian ini diharapkan menghasilkan peta yang memberikan informasi spasial yang lebih mendetail dan mendukung perencanaan tata guna lahan serta pengelolaan perkebunan kelapa sawit yang berkelanjutan.

TINJAUAN PUSTAKA

Perkebunan Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) adalah tanaman komoditas utama yang memainkan peran penting dalam perekonomian Indonesia. Perkebunan kelapa sawit tidak hanya memberikan kontribusi sebagai sumber pendapatan devisa, tetapi juga perlu dikelola dengan memprioritaskan kelestarian lingkungan. Dalam bidang agronomi, tanaman ini membutuhkan pengelolaan lahan yang tepat untuk meningkatkan produksi tandan buah segar (Gunawan et al., 2025).

Sistem Informasi Geografis (GIS)

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau Geographic Information System (GIS) merupakan sistem komputer yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, mengambil kembali, memproses, menganalisis, dan menghasilkan data yang berkaitan dengan lokasi geografis. Di zaman pertanian modern 4.0, GIS berkembang menjadi instrumen penting untuk mengawasi hama tanaman dan mengelola lahan, dengan menggabungkan data spasial dan atribut untuk memberikan informasi tepat kepada para pembuat keputusan (Arifin & Helmi, 2024)

Analisis Spasial

Analisis spasial merupakan kumpulan metode yang digunakan untuk mempelajari data dari segi ruang. Teknik ini membantu mengungkap pola, keterkaitan, dan kecenderungan yang sulit terlihat jika hanya mengandalkan data dalam bentuk tabel. Dalam bidang geografi pertanian, analisis spasial dipakai untuk memahami bagaimana lahan digunakan seiring berjalannya waktu serta faktor apa yang memengaruhinya, seperti kedekatan dengan jalan raya atau pusat permukiman (E. G. Sari et al., 2025).

Perbedaan utama antara data spasial dan non-spasial ada pada referensi lokasinya. Data spasial dilengkapi dengan koordinat geografis, seperti garis lintang dan bujur, yang menunjukkan posisi di bumi, sementara data non-spasial adalah informasi deskriptif yang menyertai. Analisis spasial mengombinasikan kedua jenis data ini untuk mengidentifikasi pola penyebaran tanaman tertentu, misalnya apakah tanaman itu menyebar secara acak, merata, atau berkumpul dalam kelompok (A. R. Prasetyo et al., 2025).

Algoritma DBSCAN

Algoritma klusterisasi berbasis kepadatan DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) sangat populer dalam pengolahan data spasial. Berbeda dengan algoritma K-Means, yang membagi data berdasarkan jarak ke titik pusat (centroid) dan menghasilkan klaster berbentuk bola, DBSCAN mendefinisikan klaster sebagai wilayah dengan kepadatan titik yang tinggi yang dipisahkan oleh wilayah dengan kepadatan rendah (Sentra et al., 2024).

Dua parameter utama algoritma ini adalah Epsilon (Eps), yang merupakan jarak radius pencarian tetangga, dan MinPts, yang merupakan jumlah titik minimum dalam radius Eps untuk membentuk core point. Dibandingkan dengan metode lain, DBSCAN memiliki beberapa keunggulan utama. Pertama, tidak perlu menentukan jumlah klaster awal. Kedua, dia mampu menemukan klaster dengan bentuk yang tidak beraturan (arbitrer), seperti bentuk kebun sawit rakyat yang mengikuti aliran

sungai atau jalan. Terakhir, dia mampu mendeteksi suara atau outlier (data sampah) dengan efektif untuk menghilangkan piksel vegetasi liar yang bukan sawit (Halawa & Lubis, 2025).

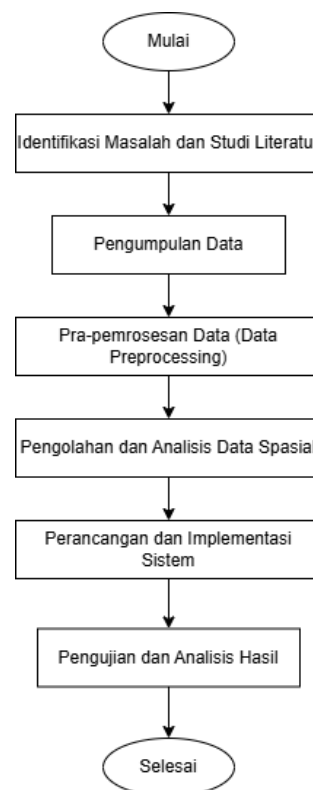
Sistem Informasi Geografis Berbasis Web (WebGIS)

WebGIS merupakan integrasi antara teknologi web dan sistem informasi geografis yang memungkinkan distribusi dan sharing data spasial melalui internet. Sistem ini menyediakan kemampuan untuk memvisualisasikan, menganalisis, dan mengelola data geografis secara online dengan *interface* yang *user-friendly* (Ambiyah et al., 2025).

METODE PENELITIAN

Alur Tahap Penelitian

Untuk menjamin keteraturan dan validitas ilmiah, penelitian ini dilaksanakan mengikuti alur kerja sistematis yang terdiri dari enam fase utama: (1) Identifikasi Masalah dan Studi Literatur, (2) Pengumpulan Data, (3) Pra-pemrosesan Data (Data Preprocessing), (4) Pengolahan dan Analisis Data Spasial, (5) Perancangan dan Implementasi Sistem, serta (6) Pengujian dan Analisis Hasil. Setiap fase memiliki input, proses, dan output yang terdefinisi dengan jelas untuk memastikan kesinambungan antar tahapan.



Gambar 1. Flowchart Tahapan Penelitian

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan dengan mengambil objek studi di Kecamatan Sawit Seberang, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Pemilihan lokasi didasarkan pada karakteristik wilayah yang memiliki campuran pola perkebunan, baik perkebunan besar (PTPN) maupun perkebunan rakyat yang pola persebarannya cenderung acak.

Berdasarkan data resmi dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Langkat, Kecamatan Sawit Seberang memiliki luas wilayah daratan sekitar 209,10 km². Luas ini berkontribusi sebesar 4,22% dari total luas daratan Kabupaten Langkat yang mencapai 6.263,29 km². Secara astronomis, wilayah ini terletak pada koordinat antara 03°43'45" hingga 03°56'15" Lintang Utara dan 98°08'43" hingga 98°21'00" Bujur Timur. Posisi ini menempatkan Sawit Seberang pada zona iklim tropis dengan curah hujan yang mendukung pertumbuhan kelapa sawit sepanjang tahun.

Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua kategori:

1. Data Spasial (Primer):
Citra Satelit Sentinel-2 Level-2A: Citra multispektral dengan resolusi 10 meter yang diunduh dari situs Copernicus Open Access Hub Tahun 2024. Data ini sudah terkoreksi secara atmosferik (Bottom-of-Atmosphere) dan digunakan sebagai input utama untuk ekstraksi vegetasi.
2. Data Pendukung (Sekunder):
Peta Batas Administrasi (Shapefile): Data vektor batas desa dan kecamatan yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) atau instansi terkait untuk membatasi area analisis (Region of Interest).

Tahapan Penelitian

Alur penelitian disusun secara runtut sebagai berikut:

1. Akuisisi Data: Mengunduh citra *Sentinel-2* sesuai lokasi dan waktu penelitian dengan kriteria tutupan awan rendah (<10%).
2. Pra-pemrosesan: Melakukan *cropping area*, *resampling resolusi band*, dan masking awan.
3. Ekstraksi Fitur: Menghitung nilai *NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)* dan melakukan *thresholding* untuk memisahkan vegetasi sawit dari objek lain.
4. Konversi Data: Mengubah data raster hasil ekstraksi menjadi data titik (*point vector*) sebagai input algoritma.
5. Klasterisasi DBSCAN: Menentukan parameter optimal (*Epsilon* dan *MinPts*) dan menjalankan algoritma pengelompokan.
6. Penyusunan Peta & Sistem: Membuat peta tematik dari hasil klaster dan membangun antarmuka *web*.
7. Visualisasi & Analisis: Menyajikan peta pada *web* dan menganalisis pola persebaran yang terbentuk.

Metode Clustering DBSCAN

Algoritma *Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN)* dipilih karena keunggulan utamanya dalam mengelompokkan data berdasarkan kerapatan spasial. Metode ini dipilih karena:

1. **Bentuk Klaster Fleksibel:** Mampu mendeteksi pola perkebunan sawit rakyat yang seringkali tidak beraturan (*arbitrary shapes*), berbeda dengan *K-Means* yang memaksakan bentuk klaster membulat.
2. **Penanganan Noise:** Dapat mengenali titik pencilan (*outlier*) sebagai *noise*. Hal ini penting untuk membuang vegetasi liar atau pohon tunggal yang bukan merupakan bagian dari blok perkebunan sawit produktif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Kecamatan Sawit Seberang merupakan salah satu wilayah administratif di Kabupaten Langkat yang memiliki potensi perkebunan kelapa sawit yang cukup signifikan. Wilayah ini terdiri dari beberapa desa dengan karakteristik penggunaan lahan yang didominasi oleh sektor perkebunan dan pertanian. Kondisi topografi yang relatif datar serta ketersediaan lahan menjadikan wilayah ini berkembang sebagai kawasan budidaya kelapa sawit.



Gambar 2. Peta Wilayah Penelitian Sawit Seberang

Berdasarkan peta tersebut, wilayah Kecamatan Sawit Seberang terdiri dari beberapa desa yang menjadi fokus analisis dalam penelitian ini. Selanjutnya, data statistik wilayah digunakan sebagai informasi pendukung untuk memberikan gambaran kondisi administratif dan penggunaan lahan di wilayah penelitian.

Berdasarkan peta tersebut, wilayah Kecamatan Sawit Seberang terdiri dari beberapa desa yang menjadi fokus analisis dalam penelitian ini. Selanjutnya, data statistik wilayah digunakan sebagai informasi pendukung untuk memberikan gambaran kondisi administratif dan penggunaan lahan di wilayah penelitian.

Tabel 1. Luas Daerah Menurut Desa/Kelurahan di Kecamatan Sawit Seberang, 2024

Desa/Kelurahan	Luas (km2)	Persentase (%)
Sei Litur Tasik	42.24	20.2
Sawit Seberang	8.47	4.05
Alur Gadung	16	7.65
Simpang Tiga Sawit Seberang	29.72	14.21
Sawit Hulu	75.61	36.15
Mekar Sawit	13.36	6.39
Alur Melati	23.7	11.33
TOTAL	209.1	100

Tabel 2. Letak Koordinat Desa/Kelurahan di Kecamatan Sawit Seberang, 2024

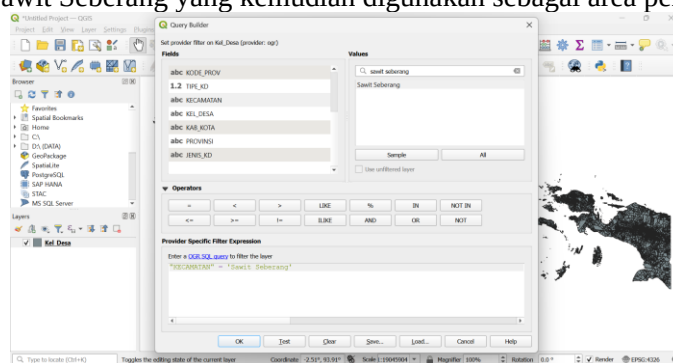
Desa/Kelurahan	Lintang Utara	Bujur Timur
Sei Litur Tasik	3.7600773	98.231573
Sawit Seberang	3.7976837	98.28382
Alur Gadung	3.8308707	98.3172257
Simpang Tiga Sawit Seberang	3.8214055	98.2622579
Sawit Hulu	3.8467792	98.2350721
Mekar Sawit	3.793392	98.2724618
Alur Melati	3.7995539	98.197332

Berdasarkan data tersebut, sebagian besar wilayah penelitian didominasi oleh penggunaan lahan perkebunan, yang berpotensi mempengaruhi nilai indeks vegetasi pada analisis NDVI.

Persiapan Data Spasial

Data batas administrasi wilayah yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Data tersebut masih mencakup wilayah administrasi yang lebih luas sehingga perlu dilakukan proses pengolahan data untuk memperoleh batas wilayah yang sesuai dengan lokasi penelitian.

Proses pengolahan dilakukan menggunakan perangkat lunak QGIS dengan melakukan proses penyaringan (filter) berdasarkan atribut nama kecamatan. Melalui proses tersebut diperoleh batas wilayah Kecamatan Sawit Seberang yang kemudian digunakan sebagai area penelitian.



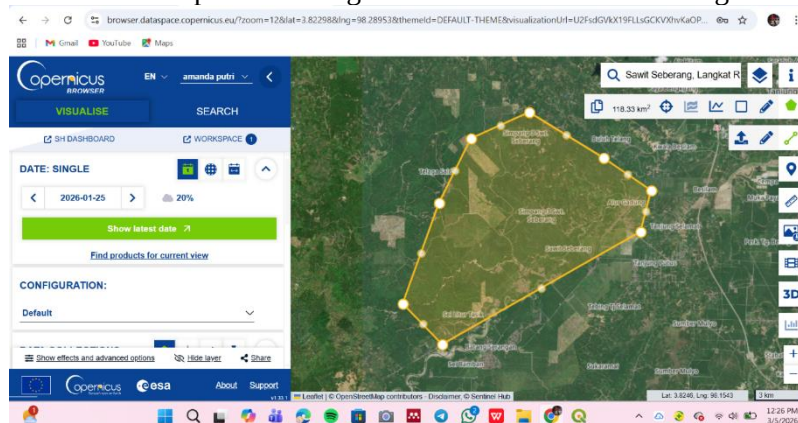
Gambar 3. Proses Penyaringan Data Batas Wilayah Kecamatan di QGIS

Data batas administrasi wilayah diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) yang masih mencakup seluruh wilayah kabupaten. Oleh karena itu dilakukan proses penyaringan data menggunakan perangkat lunak QGIS untuk memperoleh wilayah yang sesuai dengan lokasi penelitian, yaitu Kecamatan Sawit Seberang.

Hasil dari proses penyaringan tersebut menghasilkan peta batas wilayah Kecamatan Sawit Seberang yang selanjutnya digunakan sebagai batas area penelitian dalam proses analisis NDVI dan clustering DBSCAN.

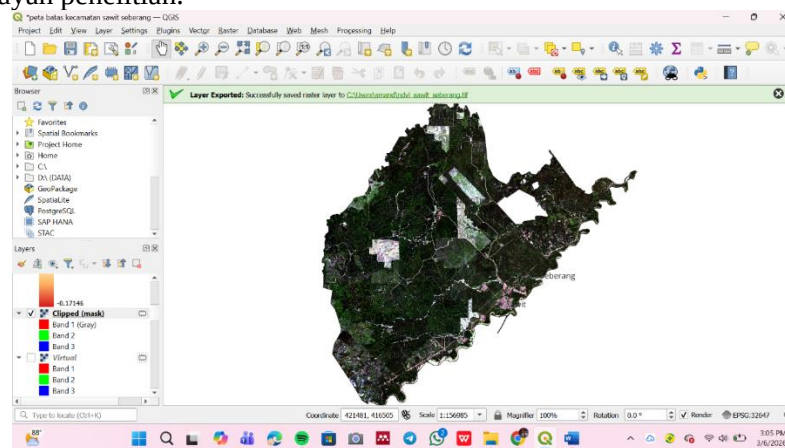
Pra-Pengolahan Data Citra

Tahap pra-pengolahan dilakukan untuk menyiapkan data citra agar siap dianalisis menggunakan metode NDVI dan DBSCAN. Data citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Sentinel-2 yang memiliki resolusi spasial menengah dan sesuai untuk analisis vegetasi skala kecamatan.



Gambar 4. Pengunduhan Citra Sentinel-2 Wilayah Kecamatan Sawit Seberang

Citra yang telah diunduh kemudian dipotong (clip) menggunakan batas administrasi Kecamatan Sawit Seberang sebagai *Area of Interest (AOI)*. Proses ini bertujuan untuk membatasi area analisis agar hanya mencakup wilayah penelitian.



Gambar 5. Hasil Clipping Citra Sentinel-2 Berdasarkan Batas Administrasi Kecamatan Sawit Seberang

Analisis Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Analisis NDVI dilakukan untuk mengidentifikasi tingkat kerapatan vegetasi di Kecamatan Sawit Seberang. NDVI merupakan indeks vegetasi yang dihitung menggunakan kombinasi kanal merah (Red) dan inframerah dekat (Near Infrared/NIR) dari citra satelit Sentinel-2. Metode ini banyak digunakan dalam analisis vegetasi karena mampu menggambarkan kondisi kesehatan dan kerapatan vegetasi berdasarkan nilai reflektansi spektral.

Perhitungan NDVI pada penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak QGIS dengan memanfaatkan band merah (Band 4) dan band inframerah dekat (Band 8) dari citra Sentinel-2.

Perhitungan nilai NDVI menggunakan persamaan berikut:

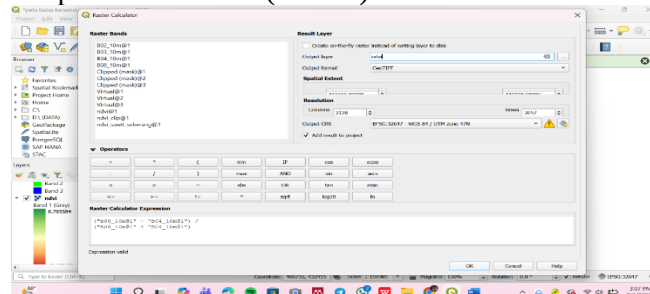
$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

Keterangan:

NDVI = Normalize Difference Vegetation Index

NIR = Nilai reflektansi pada band inframerah dekat (Band 8)

Red = Nilai reflektansi pada band merah (Band 4)



Gambar 6. Proses Perhitungan NDVI Menggunakan Raster Calculator pada QGIS

Analisis Clustering Menggunakan DBSCAN

Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi pola sebaran vegetasi berdasarkan kedekatan spasial antar titik serta tingkat kepadatan data.

Algoritma DBSCAN bekerja dengan mengelompokkan titik-titik data yang memiliki jarak kedekatan tertentu dan jumlah tetangga minimum sehingga membentuk suatu cluster. Metode ini juga mampu mengidentifikasi titik yang tidak termasuk dalam cluster sebagai noise, yaitu titik yang tidak memenuhi syarat kepadatan minimum.

Dalam penelitian ini, proses clustering dilakukan menggunakan perangkat lunak QGIS terhadap data titik vegetasi yang dihasilkan dari proses ekstraksi nilai NDVI. Data raster NDVI terlebih dahulu dikonversi menjadi data berbentuk titik sehingga setiap piksel vegetasi direpresentasikan sebagai satu titik pada peta.

Implementasi WebGIS

Implementasi WebGIS dilakukan untuk menyajikan hasil analisis NDVI dan DBSCAN dalam bentuk peta interaktif berbasis web sehingga dapat diakses oleh pengguna secara lebih mudah. Sistem WebGIS ini dirancang sebagai media visualisasi data spasial yang memungkinkan pengguna untuk melihat persebaran perkebunan kelapa sawit di wilayah Kecamatan Sawit Seberang secara lebih informatif dan interaktif.

Pada tahap implementasi, data spasial yang telah diolah sebelumnya menggunakan perangkat lunak QGIS serta dianalisis menggunakan algoritma DBSCAN kemudian dikonversi ke dalam format GeoJSON. Format data ini dipilih karena mendukung penyimpanan informasi geometri serta atribut yang dapat digunakan dalam aplikasi pemetaan berbasis web.

Selanjutnya data GeoJSON tersebut diintegrasikan ke dalam halaman web menggunakan pustaka pemetaan Leaflet.js. Leaflet.js berfungsi untuk menampilkan peta digital yang dapat diakses melalui web browser serta menyediakan berbagai fitur interaktif seperti zoom, pan, dan tampilan informasi atribut dari setiap objek spasial yang terdapat pada peta.

Dalam sistem WebGIS yang dibangun, peta dasar (basemap) digunakan sebagai referensi visual wilayah penelitian. Di atas peta dasar tersebut ditampilkan beberapa layer data spasial, antara lain layer persebaran perkebunan kelapa sawit serta layer hasil klusterisasi yang diperoleh dari analisis DBSCAN. Dengan adanya layer tersebut, pengguna dapat melihat pola persebaran perkebunan sawit berdasarkan tingkat kerapatan lokasi.

Selain itu, sistem WebGIS juga menyediakan fitur informasi atribut yang dapat diakses dengan cara memilih atau mengklik objek yang terdapat pada peta. Informasi tersebut dapat berupa data lokasi, nilai NDVI, maupun informasi hasil klusterisasi. Fitur ini bertujuan untuk memberikan informasi yang lebih detail kepada pengguna mengenai objek spasial yang ditampilkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pemetaan persebaran vegetasi dan perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Sawit Seberang menggunakan metode NDVI dan DBSCAN yang diimplementasikan dalam sistem WebGIS, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kerapatan vegetasi pada wilayah penelitian berdasarkan nilai indeks vegetasi yang dihasilkan dari citra satelit. Hasil analisis menunjukkan bahwa wilayah Kecamatan Sawit Seberang didominasi oleh nilai NDVI pada kategori vegetasi sedang hingga tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah tersebut memiliki tutupan vegetasi yang cukup luas serta mengindikasikan bahwa sebagian besar area di Kecamatan Sawit Seberang merupakan wilayah yang didominasi oleh aktivitas perkebunan, khususnya perkebunan kelapa sawit.
2. Algoritma Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN) mampu mengelompokkan data spasial berdasarkan tingkat kerapatan titik lokasi perkebunan kelapa sawit. Hasil analisis clustering menunjukkan bahwa persebaran perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Sawit Seberang tidak tersebar secara merata, melainkan cenderung membentuk kelompok pada beberapa wilayah tertentu yang memiliki konsentrasi perkebunan yang lebih tinggi. Metode DBSCAN juga efektif dalam mengidentifikasi pola persebaran perkebunan serta membedakan antara area yang memiliki tingkat kepadatan tinggi dan area dengan kepadatan yang lebih rendah.
3. Integrasi hasil analisis NDVI dan DBSCAN ke dalam sistem WebGIS memungkinkan visualisasi data spasial dilakukan secara lebih interaktif melalui peta berbasis web. Sistem ini mempermudah pengguna dalam melihat dan memahami persebaran vegetasi serta lokasi perkebunan kelapa sawit pada wilayah penelitian.
4. WebGIS yang dibangun mampu menampilkan informasi spasial dalam bentuk peta interaktif yang dilengkapi dengan fitur navigasi seperti zoom, pan, serta pengaturan layer yang memungkinkan pengguna untuk mengaktifkan atau menonaktifkan layer tertentu sesuai dengan kebutuhan.

REFERENSI

- Abdillah, M. Z., Nawangnugraeni, D. A., Hakim, A., Yuniarto, P., Studi, P., Komputer, T., & Pekalongan, I. T. S. N. U. (2021). GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) FOR MAPPING GREENPARK USING LEAFLET JS. 5(2).
- Arifin, M., & Helmi, F. (2024). JUSTIFY : Jurnal Sistem Informasi Ibrahimy Sistem Informasi Geografis Untuk Meningkatkan Pengelolaan Data Keadaan Serangan Organisme Pengganggu Tanaman Berbasis Web. 2(2), 173–177. <https://doi.org/10.35316/justify.v2i2.4419>
- Asia, S., East, N., Africa, N., Asia, C., & America, L. (2022). 2 Regional briefs. 90–153.
- Fadhullah, A. I., Teknik, F., Arsitektur, D. A. N., & Mukti, U. W. (2025). PEMUTAKHIRAN TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT SENTINEL-2 KOTA BEKASI TAHUN 2024 DENGAN BANTUAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (Studi Kasus : Kota Bekasi).
- Gunawan, R. F., Putra, D. P., Wirianata, H., Agroteknologi, P. S., Pertanian, F., & Yogyakarta, I. (2025). Analisis Pemetaan Spasial Perkebunan Kelapa Sawit dalam Mendukung Keberlanjutan Lingkungan di PT Hari Sawit Jaya. 3, 205–211.
- Halawa, A., & Lubis, A. H. (2025). Culinary Location Clustering Using the DBSCAN Algorithm. 5(3), 1133–1140. <https://doi.org/10.30811/jaise.v5i3.7512>
- Hamzah, S., Izzaty, A., Wijayanti, R. F., & Aprian, S. D. (2025). Pemetaan partisipatif web-gis pada lahan pertanian untuk mendukung pengelolaan dan perencanaan pembangunan desa. 8(204), 526–539. <https://doi.org/10.33474/jipemas.v8i3.24114>
- Kurnianingsih, A., & Yahya, S. (2025). KELAPA SAWIT SEBAGAI TANAMAN AGROFORESTRI. 30(1), 39–50.
- Muhammad Rifqi Mubarak, Aris Tri Joko Harjanto, R. R. (2025). Peningkatan Performa DBSCAN Dengan Reduksi Dimensi Principal Component Analysis (PCA) Dalam Klasterisasi Tingkat Kemiskinan Di Indonesia. 1176–1184.
- Niesa, C., & Husni, M. (2025). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Lahan Pertanian Produktif di Kabupaten Bireuen. 6(2), 38–45.

- Pertanian, F., & Stiper, I. P. (2022). Evaluasi Kondisi Kebun Kelapa Sawit Menggunakan Indeks NDVI dari Citra Satelit Sentinel 2. 16(2), 127–132. <https://doi.org/10.24198/jt.vol16n2.10>
- Prasetyo, D., Fatah, F. L., Bashit, N., & Hadi, F. (2025). INTEGRASI CITRA SENTINEL-1 DAN SENTINEL-2 UNTUK PEMETAAN TUTUPAN LAHAN TAHUN 2024 (STUDI KASUS : BWP I IKN DAN SEKITARNYA). 08(01), 24–31.
- Resna Vira Khairuria, Dasrizal, E. J. (2025). Analisis Spasial Perkebunan Kelapa Sawit Dalam Peningkatan Ekonomi Masyarakat Di Nagari Lubuk Tarok Kecamatan Lubuk Tarok Kabupaten Sijunjung. 10(September).
- Sari, A. K., Aini, D. N., Solikah, S., Karinda, Y., Ginting, E., Joy, B., Saragi, R., Irsyad, A., & Pamilih, P. (2025). Penerapan Sistem Informasi Geografis Menggunakan QGIS dalam Menganalisis Sebaran Pemukiman di Samarinda Tahun 2024. 3(1), 32–37.
- Sari, E. G., Amaluddin, L. O., Tahir, T., & Andrias, A. (2025). Analisis Spasial Temporal Perubahan Penggunaan Lahan Permukiman. 10(1), 69–79.
- Toromade, A. S., & Chiekezie, N. R. (2024). GIS-driven agriculture : Pioneering precision farming and promoting sustainable agricultural practices.
- Vegetasi, K., & Wilayah, D. I. (2021). PEMANFAATAN CITRA SENTINEL-2 UNTUK ANALISIS GUNUNG MANGLAYANG. 9(2), 133–143.