

Analisis Pemetaan Spasial Perkebunan Kelapa Sawit dalam Mendukung Keberlanjutan Lingkungan di PT Hari Sawit Jaya

Reinhard Felix Gunawan^{*}), Dian Pratama Putra, Herry Wirianata

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, INSTIPER Yogyakarta

^{*}Email Korespondensi : rehgsd@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan teknologi pemetaan spasial dalam mengevaluasi perubahan tutupan lahan di perkebunan kelapa sawit serta mengidentifikasi dampak lingkungan yang ditimbulkan akibat perubahan vegetasi. Studi dilakukan dengan menggunakan data citra satelit Landsat dan metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) untuk membandingkan kondisi vegetasi tahun 2020 dan 2024, di mana NDVI digunakan untuk menilai tingkat kehijauan dan kesehatan tanaman berdasarkan reflektansi spektral. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan indeks vegetasi di beberapa area, yang disebabkan oleh faktor usia tanaman, serangan ganoderma yang menyebabkan pohon sawit tumbang atau dibongkar guna mencegah penyebaran lebih luas.. Dengan demikian, pemanfaatan teknologi NDVI terbukti sebagai alat analisis yang efektif dalam mendukung keberlanjutan perkebunan kelapa sawit melalui pemantauan kondisi vegetasi secara berkala, membantu dalam pengambilan keputusan berbasis data untuk perencanaan replanting, pemeliharaan lahan, dan peningkatan produktivitas jangka panjang guna menjaga keseimbangan ekosistem serta manfaat sosial-ekonomi bagi masyarakat sekitar.

Kata Kunci: NDVI, Pemetaan Spasial, Kelapa Sawit, Keberlanjutan Lingkungan

PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit memainkan peran penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi di berbagai negara, khususnya di kawasan Asia Tenggara. Namun, perkembangan pesat industri ini juga menimbulkan berbagai perdebatan terkait dampaknya terhadap lingkungan dan masyarakat setempat. Perluasan area perkebunan kelapa sawit sering dikaitkan dengan penggundulan hutan, degradasi ekosistem, serta konflik lahan yang dapat menjadi ancaman serius bagi keberlanjutan lingkungan. Dalam aspek produksi dan pengelolaan, industri kelapa sawit berkontribusi dalam menciptakan lapangan pekerjaan bagi masyarakat pedesaan, sehingga turut meningkatkan kesejahteraan mereka

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau Geographic Information System (GIS) mulai dikenal sejak awal 1980-an. Seiring dengan kemajuan teknologi komputer, baik dari segi perangkat keras maupun perangkat lunak, SIG mengalami perkembangan yang pesat terutama pada era 1990-an dan terus mengalami inovasi hingga saat ini. SIG merupakan sebuah sistem berbasis komputer yang berfungsi untuk mengelola, menyimpan, serta menganalisis data yang berhubungan dengan informasi geografis. Teknologi ini digunakan sebagai alat untuk mengumpulkan, menyusun, mengakses kembali, serta menampilkan data spasial yang berasal dari dunia nyata (Rosdiana et al., 2015)

Penelitian oleh (Sulfi et al., 2021) mengevaluasi kesesuaian lahan untuk perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Musi Banyuasin menggunakan analisis spasial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah tersebut memiliki kesesuaian lahan yang tinggi untuk budidaya kelapa sawit, namun faktor-faktor seperti kelerengan dan aksesibilitas perlu diperhatikan dalam perencanaan pengembangan perkebunan.

Penelitian tentang menganalisis usahatani perkebunan kelapa sawit rakyat berdasarkan ekoregion di Kabupaten Sanggau. Hasil analisis spasial menunjukkan bahwa lahan perkebunan kelapa sawit responden umumnya berada pada ekoregion perbukitan struktural lipatan, dataran aluvial, dan dataran gambut (Bakce & Mustofa, 2023). Berbagai upaya petani dalam berusaha tani di lahan marginal, seperti pembuatan terasering pada lahan dengan kemiringan di atas 25% dan pembangunan trio tata air pada lahan gambut, dilakukan untuk mencapai hasil maksimal. Pemanfaatan kemajuan teknologi dan informasi menjadi langkah strategis dalam menyediakan data yang akurat dan relevan. Salah satu teknologi yang dapat diterapkan adalah Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web, yang memungkinkan pengguna untuk mengakses informasi spasial melalui jaringan internet. SIG dapat memberikan berbagai data terkait pemetaan perkebunan kelapa sawit, sehingga mempermudah pengguna dalam memperoleh informasi geografis suatu perusahaan perkebunan dengan cepat dan efisien (Zulafwan, 2019).

Di negara-negara seperti Indonesia dan Malaysia yang menjadi produsen utama kelapa sawit, pertumbuhan sektor ini telah mengubah bentang alam secara signifikan, terutama di wilayah yang sebelumnya merupakan kawasan hutan primer. Hilangnya tutupan hutan akibat ekspansi perkebunan kelapa sawit berdampak pada berkurangnya habitat satwa liar dan mengancam keanekaragaman hayati. Kelapa sawit sendiri dikenal sebagai tanaman yang dapat beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan, tetapi untuk mencapai pertumbuhan optimal, tanaman ini tetap memerlukan kondisi tertentu yang mendukung produktivitasnya (Harahap & Munir, 2022)

Dampak negatif industri kelapa sawit tidak hanya terbatas pada ekosistem, tetapi juga berdampak langsung pada masyarakat di sekitar perkebunan. Salah satu permasalahan utama yang sering terjadi adalah konflik agraria, yang muncul akibat tumpang tindih klaim kepemilikan tanah antara perusahaan, pemerintah, serta masyarakat adat maupun petani setempat. Konflik ini berpotensi menyebabkan ketidakstabilan sosial dan ekonomi di berbagai daerah yang menjadi pusat perkebunan kelapa sawit.

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau Geographic Information System (GIS) merupakan teknologi yang dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan menampilkan data geografis. SIG berkaitan erat dengan data spasial, yaitu informasi yang mengacu pada lokasi, objek, serta hubungan antar elemen dalam suatu wilayah di permukaan bumi. Data spasial mencakup berbagai informasi mengenai kondisi permukaan bumi, termasuk tutupan lahan dan perubahan penggunaan lahan (Akmal et al., 2018). Dalam konteks perkebunan kelapa sawit, pemahaman mengenai distribusi spasial sangat penting untuk mengidentifikasi dampak ekspansi perkebunan terhadap lingkungan. Melalui pemetaan spasial, dapat diperoleh informasi mengenai pola pertumbuhan perkebunan kelapa sawit serta wilayah yang rentan terhadap deforestasi dan degradasi ekosistem.

Selain itu, analisis spasial berperan dalam membantu perumusan kebijakan berbasis keberlanjutan untuk sektor kelapa sawit. Dengan memahami pola persebaran perkebunan kelapa sawit, pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, dapat mengembangkan strategi yang lebih efektif dalam mengelola lahan guna meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode Backward Chaining untuk menganalisis data sekunder dari citra satelit yang telah diproses menggunakan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dan pemetaan RGB. Metode ini menggunakan aturan berbentuk IF-THEN, di mana proses pencarian dimulai dari tujuan (goal) dan bergerak mundur untuk menemukan penyebab atau faktor yang memengaruhi suatu kondisi (Suwarno et al., 2023)

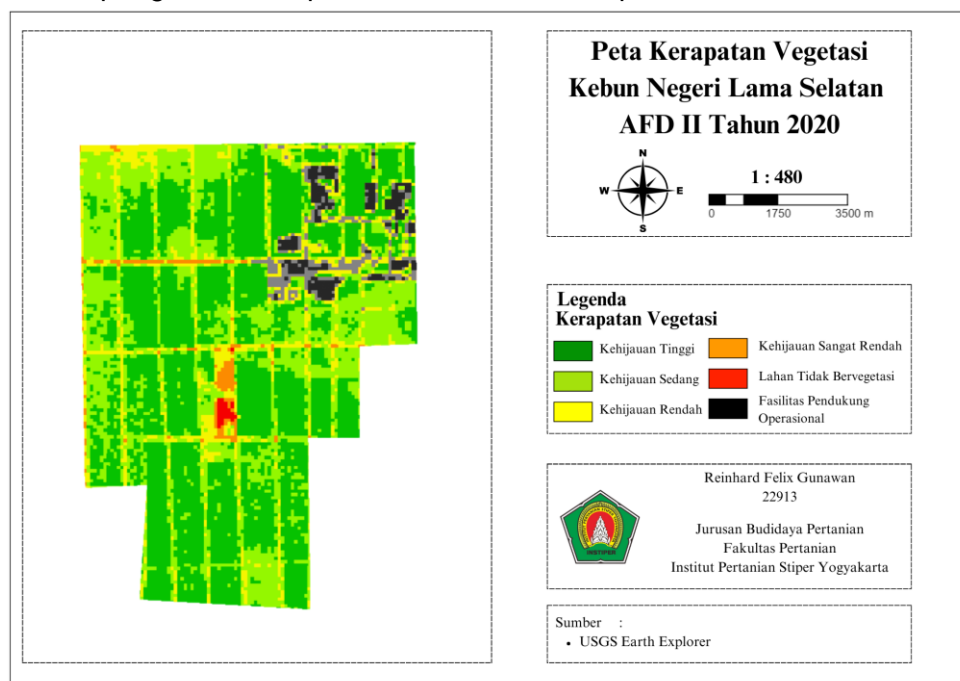
Langkah-langkah yang diterapkan dalam metode ini meliputi:

- Membuat basis pengetahuan: Mengumpulkan dan menyusun informasi serta aturan-aturan yang relevan dengan objek penelitian.
- Menentukan tabel keputusan: Mengembangkan tabel yang berisi kondisi atau variabel yang dapat digunakan untuk menarik kesimpulan.
- Menentukan aturan (rule): Merumuskan aturan IF-THEN yang akan digunakan dalam proses analisis spasial
- Menentukan tujuan (goal): Menetapkan hipotesis atau kesimpulan yang ingin dicapai berdasarkan data yang tersedia.

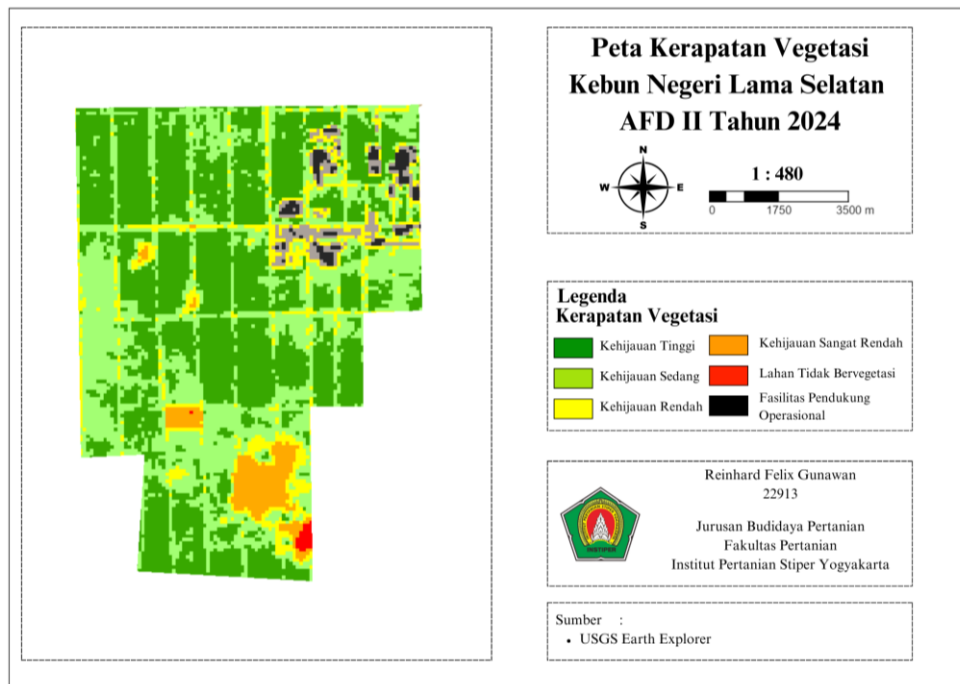
Dengan menggunakan metode ini, penelitian dapat mengidentifikasi pola perubahan tutupan lahan serta faktor-faktor yang memengaruhi dinamika perkebunan kelapa sawit. Selain itu, pendekatan ini memungkinkan analisis lebih mendalam terkait efektivitas penggunaan lahan dan perubahannya dari waktu ke waktu (Suwarno et al., 2023)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemetaan yang dilakukan dalam penelitian ini memberikan gambaran mengenai kondisi dan distribusi lahan perkebunan kelapa sawit di wilayah penelitian. Peta yang dihasilkan dianalisis menggunakan metode Backward Chaining untuk mengidentifikasi pola distribusi serta perubahan yang terjadi. Melalui analisis ini, dapat diketahui kondisi aktual di lapangan yang dapat mendukung pengelolaan perkebunan secara lebih efektif. Peta berikut menyajikan hasil visualisasi dari analisis yang telah dilakukan dan dapat digunakan sebagai referensi dalam pengambilan keputusan berbasis data spasial.



Gambar 1. Peta Kerapatan Vegetasi KNS AFD II 2020



Gambar 2. Peta Kerapatan Vegetasi KNS AFD II 2024

Pemetaan NDVI dilakukan untuk mengetahui perubahan kondisi vegetasi di Kebun Negeri Lama Selatan, AFD II, antara tahun 2020 dan 2024. Hasil pemetaan menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam tingkat kehijauan, yang dipengaruhi oleh kondisi vegetasi, faktor usia tanaman, serta gangguan eksternal yang mungkin terjadi.

Pada tahun 2020, vegetasi lebih lebat dibandingkan dengan tahun 2024. Hal ini terlihat dari dominasi warna hijau muda dan hijau tua pada peta NDVI tahun 2020, yang menunjukkan bahwa sebagian besar area masih memiliki tingkat kehijauan yang cukup tinggi. Namun, pada peta NDVI tahun 2024, terjadi pergeseran warna menuju oranye dan merah, yang menandakan penurunan tingkat kehijauan. Perubahan ini disebabkan oleh adanya pohon tumbang pada blok tahun tanam 2006 akibat serangan penyakit ganoderma, yang mengurangi kepadatan vegetasi di beberapa area. Oleh karena itu, banyak pohon di blok tahun tanam 2006 dibongkar untuk mencegah penyebaran ganoderma ke area lainnya. Faktor cuaca serta penyakit tanaman juga berkontribusi terhadap perubahan ini.

Klasifikasi NDVI dalam penelitian ini dibagi menjadi lima kategori dengan skala warna sebagai berikut:

- **Hijau tua** : Area dengan nilai NDVI tinggi menunjukkan perkebunan sawit yang sehat dan produktif dengan kanopi yang rapat serta pertumbuhan yang optimal. Namun, dalam konteks perkebunan sawit di tahun 2024, beberapa wilayah dengan warna merah juga dipengaruhi oleh pertumbuhan tanaman liar akibat penghentian penyemprotan herbisida, sehingga nilai NDVI meningkat bukan semata-mata karena kesehatan tanaman sawit.
- **Hijau muda** : Area dengan indeks ini umumnya masih dalam kondisi yang baik, tetapi terdapat indikasi penurunan kepadatan vegetasi, baik akibat perawatan yang kurang optimal maupun kondisi tanah yang mulai menurun. Dalam perkebunan kelapa sawit, kategori ini sering ditemukan pada blok tanaman yang mulai masuk fase akhir produktivitas.
- **Kuning** : Kategori ini biasanya menunjukkan perkebunan sawit yang masih produktif tetapi sudah menunjukkan tanda-tanda penurunan kesehatan, seperti pohon yang

mulai menua atau mengalami penurunan hasil produksi. Selain itu, area dengan NDVI rendah juga dapat menunjukkan gangguan dari hama atau penyakit.

- **Oranye** : Area dengan indeks ini menunjukkan area tidak memiliki vegetasi yang cukup rapat. Biasanya ini menunjukkan Area pembibitan, atau Pohon kelapa sawit yang baru di tumbang dikarenakan penyakit ganoderma.
- **Merah** : Kategori ini biasanya menunjukkan area yang tidak memiliki tutupan vegetasi ataupun tidak memiliki kerapatan tanaman yang sehat dan rapat. Ini mencakup tanaman yang terkena serangan ganoderma maupun tanaman yang tumbang atau pokok yang sudah di bongkar
- **Hitam** : Warna hitam pada peta ini merepresentasikan fasilitas operasional kebun, seperti perumahan karyawan, pabrik pengolahan, bengkel, tempat ibadah, dan tempat penitipan anak, yang berperan dalam mendukung kegiatan perkebunan.

Tabel 1. Tabel Perbandingan Perubahan Persentase Tahun 2020 dan 2024

Warna	Nilai NDVI	Persentase Pikel		Luas Area (ha)	
		2020	2024	2020	2024
Hijau Tua	0,53 – 0,84	55.47%	57.02%	519.20	533.71
Hijau Muda	0,40 – 0,52	30.97%	31.40%	289.88	293.90
Kuning	0,30 – 0,39	9.41%	6.52%	88.08	61.03
Oranye	0,20 – 0,29	1.35%	1.74%	12.64	16.29
Merah	< 0,20	0.31%	0.39%	2.90	3.65
Hitam	-	2.79%	3.30%	26.11	30.89
Total	-	100%	100%	936	936

Dilakukan Penggunaan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) sebagai teknologi spasial telah terbukti efektif dalam mendukung pengambilan keputusan pada manajemen perkebunan kelapa sawit berkelanjutan di Indonesia. NDVI, yang dihitung dari rasio reflektansi pita merah dan inframerah dekat, memberikan indikasi kondisi kerapatan dan kesehatan vegetasi. Penelitian yang dilakukan oleh (Yuniasih & Adjie, 2022) menggunakan citra satelit Sentinel-2 menunjukkan bahwa nilai NDVI tanaman kelapa sawit berkisar antara 0,51 hingga 0,84, yang mencerminkan kerapatan tinggi dan kondisi kesehatan tanaman yang sangat baik

Dilakukan observasi lapangan pada bulan September hingga Desember 2024. Dari hasil observasi, ditemukan bahwa blok tahun tanam 2006 mengalami banyak pohon tumbang akibat serangan penyakit ganoderma, yang menyebabkan penurunan indeks vegetasi. Kondisi ini berdampak pada penurunan produktivitas, serta menyebabkan perubahan struktur vegetasi di area tersebut. Oleh karena itu, perusahaan berencana untuk melakukan replanting pada tahun 2025 guna meningkatkan kembali tutupan vegetasi dan produktivitas kebun. Analisis menggunakan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) menunjukkan adanya perbedaan tingkat kehijauan di beberapa blok, yang mengindikasikan kesehatan tanaman serta kondisi lahan yang memerlukan perhatian khusus. (Arini et al., 2022) Hasil analisis NDVI ini menjadi dasar dalam menentukan area prioritas untuk replanting guna meningkatkan produktivitas lahan secara optimal. Selain itu, metode ini juga membantu dalam mengidentifikasi blok yang masih memiliki vegetasi sehat, sehingga strategi replanting dapat dilakukan secara bertahap tanpa mengganggu produksi keseluruhan perkebunan (Wardana et al., 2024)

Penggunaan NDVI berperan penting dalam pengambilan keputusan terkait rehabilitasi lahan untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih sehat. Selain itu, penerapan NDVI juga memungkinkan pemantauan jangka panjang terhadap efektivitas rehabilitasi lahan setelah dilakukan replanting, memastikan bahwa strategi yang diterapkan memberikan hasil yang sesuai dengan target produktivitas dan keberlanjutan lingkungan

NDVI juga memiliki peran penting dalam pengambilan keputusan terkait pengelolaan lahan. Dengan memanfaatkan NDVI, dapat diketahui kondisi aktual vegetasi dalam suatu wilayah, memungkinkan perkebunan untuk mengambil langkah strategis dalam perencanaan replanting, pemupukan, hingga pengendalian penyakit seperti ganoderma. Data dari NDVI juga dapat digunakan untuk mengevaluasi efektivitas program rehabilitasi lahan setelah replanting dilakukan, sehingga keputusan yang diambil lebih berbasis data dan objektif. Selain itu, penerapan NDVI juga memungkinkan pemantauan jangka panjang terhadap efektivitas rehabilitasi lahan setelah dilakukan replanting, memastikan bahwa strategi yang diterapkan memberikan hasil yang sesuai dengan target produktivitas dan keberlanjutan lingkungan (Rimba et al., 2024)

Pemanfaatan NDVI memungkinkan perusahaan untuk melakukan pemantauan kondisi lahan secara berkala tanpa harus selalu melakukan inspeksi langsung ke lapangan. Hal ini meningkatkan efisiensi dalam perencanaan dan manajemen kebun, mengurangi risiko kehilangan produktivitas akibat keterlambatan deteksi masalah di lapangan. Dengan kata lain, NDVI menjadi salah satu faktor utama dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis data untuk keberlanjutan dan produktivitas perkebunan kelapa sawit (Rimba et al., 2024)

KESIMPULAN

1. Analisis NDVI menunjukkan adanya perubahan signifikan dalam tutupan vegetasi dari tahun 2020 hingga 2024. Penurunan indeks vegetasi yang terdeteksi mengindikasikan adanya gangguan pada ekosistem, salah satunya disebabkan oleh serangan patogen ganoderma. Infeksi ganoderma telah menyebabkan kematian sejumlah besar pohon kelapa sawit, yang pada akhirnya berdampak pada penurunan kepadatan pohon per hektar (SPH). Akibatnya, terjadi degradasi kualitas vegetasi yang dapat mempengaruhi produktivitas lahan serta keseimbangan lingkungan di wilayah tersebut.
2. Perubahan tutupan lahan yang terjadi akibat ekspansi perkebunan kelapa sawit membawa dampak signifikan terhadap vegetasi di sekitarnya. Proses perluasan lahan sering kali menyebabkan perubahan ekosistem, baik secara langsung maupun tidak langsung. Hasil pemetaan spasial menunjukkan adanya degradasi vegetasi di beberapa blok perkebunan, yang disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk serangan penyakit seperti ganoderma serta tekanan dari faktor eksternal lainnya, seperti perubahan pola penggunaan lahan dan kondisi lingkungan yang kurang mendukung. Penurunan kualitas vegetasi ini berpotensi memengaruhi produktivitas perkebunan dan keseimbangan ekologi di kawasan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, F., Ramdani, F., & Pinandito, A. (2018). Sistem Informasi Pengelolaan Perkebunan Kelapa Sawit Berbasis Web GIS. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(5), 1894–1901.
- Arini, D., Sari, S. M., & Driptufany, D. M. (2022). Pemanfaatan Citra Landsat 8 untuk Mendeteksi Tingkat Kesehatan Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) di Kabupaten Bengkalis Kecamatan Mandau. *El-Jughrafiyah*, 2(2), 50. <https://doi.org/10.24014/jej.v2i2.18744>

- Bakce, R., & Mustofa, R. (2023). Analisis Usahatani Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat Berdasarkan Jasa Ekosistem Pengaturan Tata Aliran Air dan Banjir di Provinsi Riau. *Jurnal Zona*, 7(1), 32–40. <https://doi.org/10.52364/zona.v7i1.78>
- Harahap, A. F. S., & Munir, M. (2022). Factors Affecting Productivity of Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) at Various Afdelings in Bah Jambi Farm PT. Perkebunan Nusantara IV. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 9(1), 99–110. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2022.009.1.11>
- Rimba, I. N., Village, J., & District, K. (2024). *Kesiapan petani menghadapi peremajaan* (. 8, 268–275.
- Rosdiana, Agus, F., & Kridalaksana, A. H. (2015). Menggunakan Google Maps Api. *Jurnal Informatika Mulawarman*, 10(1), 38–46.
- Sulfi, A., Terhadap, D. F., Humano, J. P., Terhadap, L., Tanah, S., Scienteeae, S., & Umar, H. (2021). *digilib . uns . ac . id*. 53(2013). <https://doi.org/10.7226/jtfm.21.3.119>.Dwi
- Suwarno, D. P. P., Nanda Satya Nugraha, Betti Yuniasih, & Teddy Suparyanto. (2023). Program Pakar untuk Penentu Kesehatan Tanah dengan Metode Backward Chaining berbasis Landsat Normalized Difference Vegetation Index. *Jurnal Pengelolaan Perkebunan (JPP)*, 4(2), 26–37. <https://doi.org/10.54387/jpp.v4i2.41>
- Wardana, D. A. S., Yuniasih, B., & Wirianata, H. (2024). Perbandingan Indeks Vegetasi NDVI dan SAVI di Kebun Kelapa Sawit pada Kondisi El Nino dan La Nina. *AGROISTA : Jurnal Agroteknologi*, 7(2), 118–125. <https://doi.org/10.55180/agi.v7i2.584>
- Yuniasih, B., & Adjie, A. R. P. (2022). Evaluasi Kondisi Kebun Kelapa Sawit Menggunakan Indeks NDVI dari Citra Satelit Sentinel 2. *Jurnal Teknotan*, 16(2), 127. <https://doi.org/10.24198/jt.vol16n2.10>
- Zulafwan. (2019). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Perkebunan Sawit Berbasis Web. *Riau Journal of Computer Science*, 2(2), 1–10.