

PEMETAAN SEBARAN TINGKAT KESEHATAN TANAMAN KELAPA SAWIT DI KABUPATEN SAMBAS MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DAN CITRA SATELIT

MAPPING THE DISTRIBUTION OF OIL PALM PLANT HEALTH LEVELS IN SAMBAS DISTRICT USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND SATELLITE IMAGERY

Sunardi¹, Heriyansah^{1*}, Sudirman Masara^{T1}, Sangkala¹, Dian Sari¹

¹Jurusan Agribisnis, Politeknik Negeri Sambas, Sambas, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail address: heriyansah210671@gmail.com

PERKEMBANGAN ARTIKEL:

Diterima: 21-01-2026
Direvisi: 01-06-2026
Disetujui: 02-06-2026

KEYWORDS:

Distribution, Geographic Information System, Oil Palm, Satellite Imagery, Soil

KATA KUNCI:

Citra Satelit, Sawit, Sebaran, Sistem Informasi Geografis, Tanah

ABSTRACT

The demand for palm oil commodities from Indonesia increases every year, making it very influential on the international market. Despite its very significant contribution to the national economy, oil palm plantations face complex challenges, such as issues of land degradation, destruction of biodiversity, deforestation, and several other environmental issues. Inaccurate oil palm maintenance data which still relies on traditional methods based on historical data and field observations often requires a lot of time and costs, especially due to changes in climate conditions and pest and disease attacks. This research aims to produce a map of palm oil health conditions that can be used for more efficient production management by optimizing quality and quantity. This research was carried out in May-December 2025 in Sambas district spread across 10 sub-districts (Sambas, Sejangkung, Sebawi, Semparuk, Selakau, Subah, Tebas, Sajad, Galing, and Sajingan) using field observation methods and analyzing satellite image data and geographic information systems integrated with soil laboratory analysis data (content of essential nutrients in the soil). The satellite image data used is image data recorded by Landsat 8 OLI in 2025 which was processed using Quantum GIS software, the Indonesian Earth Map (RBI), and the land use map of Sambas district. The research results showed that there were variations in soil nutrient content concentrations and NDVI values which correlated with the health level of oil palm plants with an average range of 0.0202 – 0.4351 (high health level).

ABSTRAK

Permintaan komoditas sawit dari Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan menjadikannya sangat berpengaruh dipasar internasional. Dibalik kontribusinya yang sangat signifikan dalam perekonomian nasional, perkebunan sawit menghadapi tantangan yang begitu kompleks, seperti isu degradasi lahan, rusaknya keanekaragaman hayati, deforestasi, serta beberapa isu lingkungan lainnya. Ketidakakuratan data pemeliharaan sawit yang masih mengandalkan metode tradisional berbasis data historis dan observasi lapangan sering membutuhkan waktu dan biaya yang tidak sedikit terutama akibat perubahan kondisi iklim dan serangan hama penyakit. Penelitian ini bertujuan menghasilkan peta kondisi kesehatan sawit yang dapat digunakan untuk manajemen produksi yang lebih efisien dengan mengoptimalkan kualitas dan kuantitas. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Desember 2025 di kabupaten Sambas yang tersebar di 10 kecamatan (Sambas, Sejangkung, Sebawi, Semparuk, Selakau, Subah, Tebas, Sajad, Galing, dan Sajingan) dengan metode observasi lapangan dan menganalisis data citra satelit dan sistem informasi geografi yang diintegrasikan dengan data analisis laboratorium tanah (kandungan unsur hara esensial dalam tanah). Data citra satelit yang digunakan merupakan data citra hasil perekaman Landsat 8 OLI pada tahun 2025 yang diolah menggunakan *software* Quantum GIS, Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), dan peta tata guna lahan kabupaten Sambas. Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi konsentrasi kandungan hara tanah dan nilai NDVI yang berkolerasi terhadap tingkat kesehatan tanaman sawit dengan rata-rata rentang yang berkisar antara 0,0202 – 0,4351 (tingkat kesehatan yang tinggi).

1. PENDAHULUAN

Perkebunan sawit sebagai salah satu industri strategis bagi negara-negara berkembang dengan iklim tropis (Indonesia dan Malaysia) tercatat mampu menjaga stabilitas perekonomian negara karena manfaat dan perannya yang sangat vital. Tanaman sawit sebagai penyumbang devisa negara terbesar sektor nonmigas juga memegang peran vital dalam pengentasan kemiskinan di Indonesia melalui penyediaan lapangan kerja yang begitu luas bagi masyarakat (Bakce, 2021). Setiap tahunnya, terjadi tren peningkatan luas areal perkebunan sawit dan terkonsentrasi pada pulau Kalimantan dan Sumatra dengan sebagian pulau Sulawesi (Yuniasih & Adji, 2023). Hingga akhir tahun 2024, luas lahan sawit yang dikelola oleh masyarakat, swasta, dan pemerintah berada pada angka 16,83 juta ha (Pudjiyanto, et al., 2024). Kalimantan Barat merupakan salah satu wilayah penyumbang produksi minyak sawit sebanyak 5,2 juta ton yang terdistribusi di hampir seluruh wilayah kabupaten dengan luas areal penanaman 1,82 juta ha, sekaligus menjadikan provinsi ini menduduki posisi ke empat penghasil minyak dengan luas lahan terbesar di Indonesia.

Minyak sawit yang dihasilkan oleh buah sawit dimanfaatkan untuk beragam tujuan seperti kosmetik, pangan, bahkan biofuel. Permintaan domestik dan global yang setiap tahun mengalami peningkatan menjadikan komoditas ini sangat berpengaruh dipasar internasional. Data BPS Indonesia (2023) dan Pudjiyanto et al (2024), menyebutkan bahwa ekspor produk sawit dan turunannya diakhir tahun 2024 mencapai angka 30,9 juta ton dengan nilai diatas US\$ 22,68 milyar menjadikan Indonesia menjadi pemain utama sawit dunia sejak 2019. Dibalik kontribusinya yang sangat signifikan dalam perekonomian nasional, perkebunan sawit menghadapi tantangan yang begitu kompleks, seperti isu degradasi lahan, rusaknya keanekaragaman hayati, deforestasi, serta beberapa isu lingkungan lainnya. Kondisi ini diperparah oleh pengelolaan perkebunan yang belum efisien. Ketersediaan tenaga kerja terampil, fluktuasi harga sawit dunia dalam konteks geopolitik, hingga keterbatasan akses dan pemanfaatan teknologi merupakan hambatan dalam peningkatan profitabilitas dan produktivitas perkebunan.

Kemajuan dan perkembangan teknologi yang sangat masif berdampak pada perubahan signifikan di hampir seluruh bidang termasuk pada bidang pertanian khususnya perkebunan sawit. Penerapan teknologi terbaru pada perkebunan akan memudahkan manajemen perusahaan dalam mengelola pekerjaan sejak dari persiapan lahan sampai pada pengolahan hasil akhir di industri. Revolusi industri 4.0 pada bidang perkebunan merupakan suatu tantangan yang wajib disikapi dengan pemikiran yang lebih positif karena menghendaki adanya integrasi seluruh lini pekerjaan dan teknologi berbasis jaringan. Hutagalung (2021), menyatakan bahwa tidak teraturnya pencatatan dan rentannya kehilangan data akibat sistem penginputan manual mengakibatkan kurang efisiennya kerja karyawan. Pemanfaatan teknologi seperti pengelolaan data berbasis spasial (sistem informasi geografis) yang real-time akan memudahkan dalam mengumpulkan, mengolah, menyimpan, menganalisis, dan menyajikan data, sehingga perencanaan dan pengambilan keputusan oleh manajemen akan lebih cepat dan akurat. Selain itu, data spasial juga membantu dalam mengidentifikasi hubungan, pola, dan perubahan yang terjadi di suatu kawasan secara rinci, sehingga upaya mitigasi terhadap perubahan dan akibatnya dapat diminimalisir. Selain teknologi berbasis spasial, teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) juga banyak dimanfaatkan pada bidang pertanian (Masara'T & Santoso, 2024), misalnya pemetaan spasial di perkebunan kelapa sawit (Gunawan et al., 2025) dan monitoring tanaman (Becker-Reshef et al., 2023). Integrasi antara satu teknologi dengan teknologi lain akan memberi lebih banyak manfaat dalam manajemen perkebunan.

Ketidakkuratan data tingkat kesehatan tanaman sawit yang masih mengandalkan metode tradisional berbasis data historis dan observasi lapangan sering membutuhkan waktu dan biaya yang tidak sedikit terutama akibat perubahan kondisi iklim dan serangan hama penyakit. Selain itu, data *real-time* kondisi kebun terutama di daerah pelosok kadang kurang mendapat perhatian dan responsif dari manajemen perkebunan. Kondisi tersebut justru diperparah oleh variabilitas lingkungan (curah hujan, suhu, temperatur) yang tidak terpantau secara berkala, mengakibatkan sulitnya memprediksi dampak yang diakibatkan terhadap manajemen yang secara langsung berdampak pada kualitas dan kuantitas TBS dan CPO yang dihasilkan. Oleh karena itu, diperlukan teknologi inovatif melalui pendekatan holistik dalam sistem dan tata kelola perkebunan berkelanjutan berbasis digitalisasi. Teknologi penginderaan jarak jauh dengan berbagai metode berkembang pesat akhir-akhir ini. Pemanfaatan data citra satelit untuk memonitoring kondisi aktual kesehatan vegetasi tanaman dan estimasi produksi dapat dilakukan dengan lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan cara tradisional karena cakupan luasan data yang jauh lebih besar dengan waktu yang jauh lebih singkat (Yuniasih & Adji, 2022).

Teknologi penginderaan jauh merupakan teknologi yang digunakan untuk memperoleh data kenampakan permukaan bumi tanpa adanya kontak langsung dengan objek. Teknik penginderaan jauh dimanfaatkan untuk mengambil, menganalisa, dan memberi penafsiran informasi tentang suatu fenomena yang terjadi di permukaan bumi melalui sensor yang dipasangkan pada satelit dan sifatnya sangat sensitif. Teknologi ini memungkinkan kegiatan pengamatan dalam cakupan wilayah yang luas dengan tingkat akurasi tinggi untuk keperluan pemetaan dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Arini et al (2022) juga menyatakan bahwa pemantauan perkebunan dengan cakupan yang luas membutuhkan tenaga kerja dan biaya yang tidak sedikit dalam pemantauan kesehatan tanaman, sehingga pemanfaatan teknologi penginderaan jauh sangat diperlukan untuk memangkas waktu dan biaya yang tinggi. Pendapat ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yuniasih & Adji (2022), bahwa pemanfaatan teknologi pemantauan jarak jauh menggunakan satelit merupakan teknik untuk mendapatkan data yang akurat secara efisien. Dalam perkebunan sawit, teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk memantau dan memetakan kondisi pertanaman seperti kesehatan tanaman, tingkat serangan hama penyakit, atau suhu permukaan tanah. Kondisi tersebut dapat menjadi indikator jumlah produksi yang akan diperoleh oleh perusahaan. Dengan algoritma indeks vegetasi (*normalized difference vegetation index*), estimasi produksi dapat dilakukan dengan menilai kondisi dan kesehatan vegetasi disuatu wilayah.

Taufik et al. (2021), menyatakan bahwa algoritma NDVI terbentuk dari kombinasi teknik penisbalan dengan metode pengurangan nilai citra. Band rationing digunakan untuk menghasilkan efek tertentu dengan penonjolan spektral vegetasi, pengurangan efek, dan penonjolan litologi. Nilai *normalized difference vegetation index* (NDVI) dapat dihitung berdasarkan reflektansi cahaya dari permukaan bumi dalam bentuk spektrum merah (*red*) dan inframerah dekat (*near-infrared*) yang mengidentifikasi kegiatan fotosintesis tanaman melalui tingkat kehijauan. Lebih jauh, Pangestu & Banowati (2023), menyebutkan bahwa monitoring kesehatan tanaman sawit yang dilakukan secara manual memerlukan banyak waktu dengan tingkat subjektifitas yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan teknologi seperti kamera multispektral dengan tingkat subjektifitas rendah untuk hasil monitoring yang berkualitas tinggi. Interpretasi nilai NDVI menjadi penting dan mendukung pengambilan keputusan untuk data berbasis spasial.

Kabupaten Sambas sebagai salah satu sentra produksi sawit di Indonesia dengan luas areal budidaya 142.795 ha yang terdistribusi di seluruh kecamatan yang sebagian besar merupakan perkebunan rakyat dengan 101.551 ha merupakan tanaman menghasilkan (TM)

serta produksi minyak mencapai 378.188 ton (BPS Sambas, 2025). Lahan dengan luasan yang sangat besar tersebut selama ini dilakukan pemeliharaan khususnya pemupukan dan pengendalian hama penyakit berdasarkan intuisi dan pengalaman historis petani. Metode ini kurang efisien baik dari segi waktu maupun finansial. Oleh karena itu diperlukan metode terkini yang terintegrasi dengan teknologi yang mampu memberikan data secara cepat dan *real-time* untuk mengatasi permasalahan tersebut.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan dengan menganalisis data citra satelit dan sistem informasi geografi yang diintegrasikan dengan data analisis laboratorium tanah (kandungan unsur hara esensial). Sampel tanah ditentukan pada 10 titik lokasi (kecamatan yaitu Sambas, Sejangkung, Sebawi, Semparuk, Selakau, Subah, Tebas, Sajad, Galing, dan Sajingan), dimana pada setiap titik tersebut diambil sebanyak 9 sampel dengan teknik silang. Sampel tanah yang telah dikumpulkan kemudian dihomogenkan sehingga mewakili kondisi tanah pada 1 titik lokasi penelitian. Data citra satelit yang digunakan merupakan data citra hasil perekaman Landsat 8 OLI pada tahun 2025, Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), peta tata guna lahan seluruh kabupaten Sambas, dan data hasil observasi langsung lapangan. Data citra yang diperoleh melalui interval dataset citra satelit Landsat 8 OLI yang akan dianalisis adalah selama 1 tahun (01 Januari – 01 Desember 2025). Koreksi secara radiometrik pada setiap dataset hasil citra satelit untuk meminimalkan efek atmosfer yang berpengaruh terhadap nilai reflektansi dari objek. Data hasil koreksi kemudian dikompositkan dengan *band* spektral warna yang terdapat di dalamnya (setiap band tidak berdiri secara tunggal untuk mendeteksi penampakan permukaan bumi). Proses selanjutnya adalah digitasi kenampakan vegetasi tanaman sawit sebagai hasil komposit citra satelit yang telah dilakukan. Analisis indeks vegetasi atau *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dilakukan menggunakan persamaan:

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

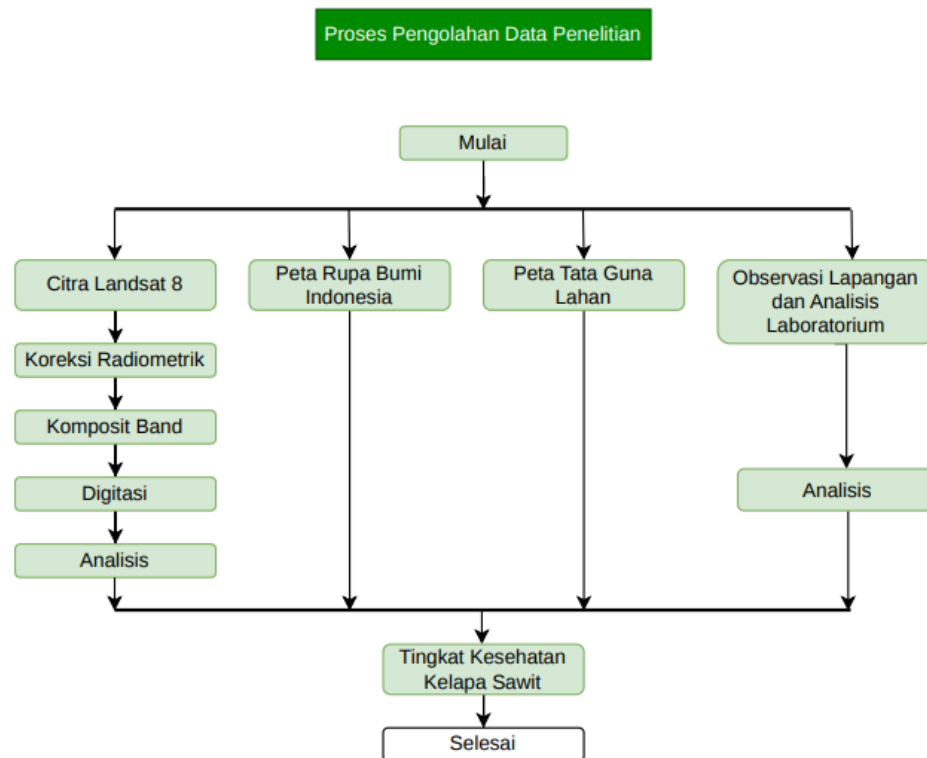
Dimana:

NDVI = Indeks vegetasi atau *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)

NIR = *Near Infra Red band* atau spektral infra merah dekat, dan pada citra satelit Landsat 8 OLI (*band* 4).

RED = Nilai *band* spektral merah dan pada citra satelit Landsat 8 OLI (*band* 5).

Nilai dan kelas NDVI kemudian didistribusi kedalam lima interval (Kepmenhut, 2012). Setiap nilai dan kelas NDVI akan menjadi dasar pengambilan sampel tanah yang mewakili setiap wilayah administrasi kabupaten yang dilakukan menggunakan metode purposive sampling. Setiap nilai dan kelas NDVI akan diambil sampel tanah masing-masing sebanyak 3 sampel dengan pola diagonal sehingga diperoleh sampel tanah sebanyak 15. Data citra yang terekam oleh sensor pada satelit Landsat 8 berupa refleksi gelombang elektromagnetik yang dipadukan dengan data spasial pada SIG selanjutnya akan diintegrasikan dengan data hasil obeservasi lapangan dan analisis laboratorium. Proses pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan *software* Qgis 3.2.



Gambar 1. Diagram alir kegiatan penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

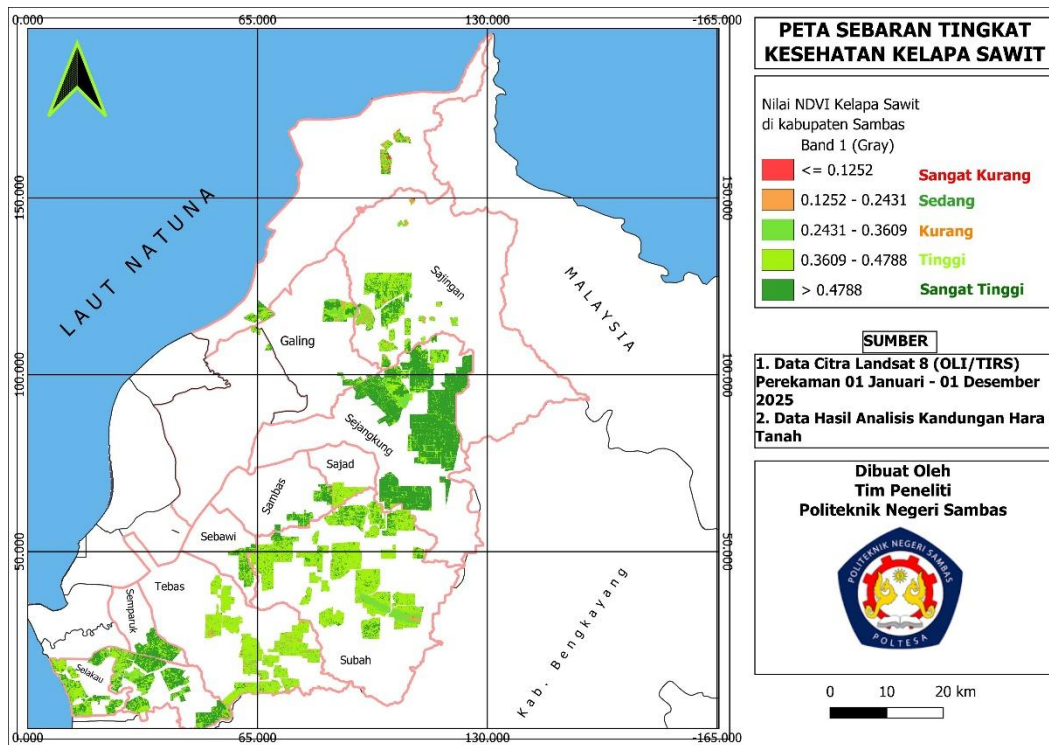
Analisis NDVI

Hasil analisis NDVI menunjukkan tingkat kesehatan vegetasi sawit rata-rata berada antara kelas tinggi (0,3609 – 0,4788) dan sangat tinggi (>0,4788). Sebaran ini menunjukkan bahwa kandungan unsur hara di wilayah ini cukup tinggi dan bervariasi. Kondisi vegetasi sangat rendah (<0,1252) berada di beberapa titik yang umumnya merupakan daerah perbatasan dengan kecamatan lain. Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa, vegetasi dengan kategori sangat tinggi (>0,4788) umumnya berada pada wilayah dengan akses jalan yang cukup memadai. Wilayah dengan kode warna merah mengindikasikan lokasi dengan kondisi vegetasi yang rendah, tua, atau tidak memiliki vegetasi. Sedangkan kode dengan warna yang semakin hijau mengindikasikan kondisi vegetasi sawit yang sehat dan terawat dengan sangat baik. Pada beberapa wilayah penelitian juga ditemukan beberapa variasi tingkat kesehatan vegetasi pada lokasi yang sama. Hal ini diduga sebagai akibat masifnya kegiatan peremajaan sawit yang dilakukan oleh petani di daerah tersebut. Berikut ditampilkan tabel acuan dan peta sebaran tingkat kesehatan kelapa sawit di kabupaten Sambas.

Tabel 1. Modifikasi Nilai dan kelas NDVI lahan sawit di kabupaten Sambas tahun 2025

Nilai NDVI	Tingkat Kerapatan	Produksi (ton/ha)
<-0,03	Tidak Bervegetasi	-0,09
-0,03 – 0,15	Sangat rendah	-0,09 – 0,1
0,15 – 0,25	Rendah	0,1 – 0,7
0,26 – 0,35	Sedang	0,7 – 1,58
0,36 – 1	Tinggi	1,58 – 2,43

Sumber : Menteri Kehutanan Republik Indonesia, 2012



Gambar 2. Peta sebaran tingkat kesehatan vegetasi sawit di kabupaten Sambas

Analisis Kandungan Hara Tanah

Hasil analisis laboratorium menunjukkan variasi kandungan unsur hara yang terkandung dalam sampel tanah pada lokasi penelitian. Kecamatan Sejangkung didominasi oleh kandungan hara Nitrogen (0,56%) yang merupakan tertinggi diantara kecamatan lainnya. Kandungan Phospor tertinggi berada di kecamatan Subah (0,34%) tetapi kandungan hara Mangan (0,01ppm) yang sedikit. Hara makro Kalium tertinggi berada di kecamatan Selakau (15,2%) terendah di kecamatan Semparuk (0,81%). Hara Calsium tertinggi berada di kecamatan Sajingan (9,33%) dan terendah di kecamatan Sajad (1,09%). Hara Magnesium tertinggi berada di kecamatan Selakau (34,55%) dan terendah di kecamatan Sajingan (3,21%). Kandungan hara Besi di kecamatan Subah merupakan yang tertinggi (1,47ppm) dan terendah di kecamatan Galing (0,04ppm). Mangan, Tembaga, dan Seng/Zinc merupakan unsur hara dengan kandungan tertinggi di kecamatan Semparuk (0,16ppm, 0,94ppm, dan 0,33ppm) dan terendah di kecamatan Subah, Galing, Sambas, dan Sajingan (0,01ppm). Berikut ditampilkan tabel hasil analisis laboratorium pada kandungan hara tanah di kabupaten Sambas.

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) di sepuluh titik penelitian menunjukkan variasi gradien dan kesehatan vegetasi sawit yang sangat jelas. Indeks spektral hasil NDVI memberikan gambaran perubahan biomassa, fisiologis tanaman, atau klorofil sebagai hasil selisih yang sensitif antara pantulan kanal *near-infrared* dan *red*. Vegetasi dengan nilai indeks NDVI yang tinggi menandakan tanaman sehat dengan pertumbuhan tajuk yang optimal. Sedangkan vegetasi dengan nilai indeks NDVI rendah terindikasi mengalami inefisiensi unsur hara, kerusakan, vegetasi yang jarang atau terjadinya suatu cekaman (Pangestu & Banowati, 2023).

Tabel 2. Hasil analisis kandungan hara tanah di kabupaten Sambas

Kecamatan	Variabel Analisis Tanah								
	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Sejangkung	0,56	0,08	2,42	7,35	3,66	0,82	0,08	0,74	0,04
Sebawi	0,01	0,26	8,68	2,44	6,18	0,38	0,04	0,64	0,21
Semparuk	0,01	0,15	0,81	1,86	6,15	0,88	0,16	0,94	0,33
Selakau	0,19	0,05	15,2	1,85	34,55	1,16	0,04	0,66	0,09
Subah	0,08	0,34	1,61	6,40	7,90	1,47	0,01	0,61	0,06
Tebas	0,29	0,05	3,00	6,16	6,16	0,71	0,03	0,64	0,08
Sajad	0,04	0,01	0,85	1,09	6,74	0,15	0,02	0,54	0,03
Galing	0,14	0,05	1,24	3,11	9,46	0,04	0,01	0,68	0,01
Sambas	0,24	0,02	8,81	2,49	7,87	0,70	0,01	0,72	0,03
Sajingan	0,35	0,03	2,27	9,33	3,21	0,18	0,01	0,60	0,02

Nilai NDVI pada kelas indeks yang sangat rendah mengindikasikan pantulan vegetasi disekitar area yang sangat rendah, hal ini disebabkan oleh permukaan tanah yang terekspos, keberadaan gulma yang lebih dominan atau kanopi tanaman yang terbuka (Yuniasih & Adji, 2022). Fenomena ini terjadi khususnya pada area blok tanaman muda/baru seperti yang terjadi di kecamatan Subah dan Tebas. Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa kedua wilayah ini sedang aktif melakukan peremajaan dan penanaman tanaman baru/replanting. Oleh karena itu umur tanaman juga mempengaruhi interpretasi hubungan antara kandungan hara dan nilai NDVI. Pada tanaman menghasilkan, nilai NDVI relatif lebih stabil dan sensitif pada perubahan kandungan hara dibandingkan tanaman muda. Kondisi tanah seperti drainase dan pH diduga juga mempengaruhi respon spektral dan penyerapan nutrisi. Tanah dengan kondisi pH yang sangat ekstrem akan menghambat ketersediaan unsur hara tertentu yang tentunya akan menurunkan nilai NDVI. Selain itu kandungan unsur hara tanah khususnya Fosfor dan Nitrogen juga mempengaruhi kesehatan vegetasi tanaman sawit. Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan hara tersebut tergolong rendah. Kandungan Fospor yang rendah mempengaruhi/menghambat pertumbuhan akar dan transfer energi pada tanaman. Sedangkan kandungan Nitrogen yang rendah akan mempengaruhi performa tanaman dalam sintesa klorofil dan efisiensi fotosintesis tanaman sawit. Kondisi ini berpotensi menjadi pembatas terbentuknya klorofil yang berdampak pada rendahnya pembacaan indeks NDVI (Sembiring et al., 2024).

Kandungan unsur hara kalium di hampir seluruh lokasi penelitian memiliki variasi yang sangat ekstrem. Di kecamatan Selakau, konsentrasi kalium sangat tinggi tetapi tidak diikuti oleh tingginya nilai NDVI. Kondisi ini menunjukkan tidak seimbangannya kandungan unsur hara lain yang berpengaruh langsung pada pertumbuhan tanaman. Kalium dibutuhkan tanaman pada menjaga keseimbangan air dalam tanaman, memperkokoh tanaman, dan regulasi (kemampuan membuka dan menutup) stomata (Muhlisin et al., 2022). Sebaliknya, lokasi dengan nilai indeks NDVI yang tinggi (kecamatan Galing dan Sejangkung) justru berada pada kondisi yang moderat meskipun keseimbangan konsentrasi Kalium, Kalsium, dan Magnesium lebih proporsional sehingga mendukung pertumbuhan dan kesehatan tajuk vegetasi sawit. Secara fisiologis, lokasi dengan defisiensi hara Kalium akan berdampak pada menguningnya pelepah dan berkurangnya area fotosintetik yang produktif. Oleh karena itu, lokasi dengan nilai NDVI yang rendah disebabkan oleh tidak idealnya kandungan Kalium dalam tanah serta dukungan Fosfor yang rendah mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan akar sehingga penyerapan air/nutrisi tidak optimal. Konsentrasi hara Magnesium di kecamatan Galing merupakan yang tertinggi diantara

lokasi penelitian lainnya, tetapi tidak diimbangi oleh tingginya nilai indeks NDVI (Kurniawan et al., 2022). Hara Magnesium diperlukan sebagai komponen utama molekul klorofil yang penting untuk proses fotosintesis. Ketidakseimbangan unsur hara ini menyebabkan turunnya efisiensi metabolisme tanaman karena sifatnya yang antagonisme terhadap unsur Kalsium dan Kalium. Temuan ini memberi penegasan bahwa tinggi rendahnya konsentrasi unsur hara yang berperan dalam pertumbuhan dan kesehatan vegetasi sawit tetapi juga harus dalam konsentrasi yang seimbang antar hara.

Kecamatan dengan konsentrasi kandungan Kalsium yang tinggi (Sejangkung dan Sajingan) berada dalam kondisi yang wajar untuk tanaman sawit dan memberikan penafsiran bahwa kondisi fisik tanah di wilayah tersebut mendukung pertumbuhan dan penyerapan unsur hara oleh akar yang berfungsi menjaga kestabilan dinding sel dan perkembangan akar. Penyerapan hara yang maksimal pada wilayah ini diduga menjadi penyebab tingginya nilai indeks NDVI. Selain itu, manajemen perkebunan di kecamatan ini turut mempengaruhi, seperti pemupukan berimbang, sanitasi rutin dan optimal, serta rendahnya tingkat serangan hama penyakit. Dari sisi fisiologis, nilai NDVI yang tinggi mencerminkan proses fotosintesis yang berlangsung secara optimal. Ini berkaitan langsung dengan tersedianya hara Nitrogen sebagai penyusun utama klorofil serta seimbangannya konsentrasi unsur hara makro lainnya dibandingkan area dengan nilai NDVI yang rendah (Yosephine et al., 2021). Secara keseluruhan, lokasi dengan nilai NDVI yang tinggi memiliki pola konsentrasi unsur hara yang seimbang. Beberapa unsur dengan tingkat moderat cenderung memiliki rasio konsentrasi yang proporsional untuk pertumbuhan tanaman sawit seperti perbandingan Kalium dan Magnesium.

Area dengan nilai NDVI rendah mengindikasikan adanya masalah fisiologis sebagai dampak dari rendahnya konsentrasi unsur hara mikro (Fe, Mn, Zn, dan Cu), ketidakseimbangan Kalsium-Magnesium, serta rendahnya kandungan Nitrogen. Defisiensi unsur mikro berpotensi menghambat kerja beberapa enzim dalam proses fotosintesis, pembentukan hormon, dan respirasi tanaman. Pada kondisi defisiensi ekstrem mempengaruhi rendahnya nilai NDVI. Selain itu, faktor lingkungan seperti drainase yang tidak ideal, kondisi fisik tanah yang buruk, daerah tutupan gulma yang terjadi secara masif juga diduga berperan dalam rendahnya nilai NDVI. Fenomena antagonisme unsur hara Kalium yang relatif tinggi disemua titik penelitian menyebabkan terjadinya penurunan ketersediaan hara Mangan dan Zeng, sehingga kondisi vegetasi yang tidak sebaik daripada lokasi dengan kecukupan hara yang seimbang. Nilai NDVI dipengaruhi oleh kualitas tanah sehingga mempengaruhi agronomi tanaman (Silvestri et al., 2024).

Secara umum, area dengan nilai NDVI tinggi sangat dipengaruhi oleh kecukupan hara esensial khususnya Nitrogen, Kalium, dan Fosfor. Golongan hara ini berperan langsung dalam metabolisme tanaman dan pembentukan jaringan vegetatif. Kekurangan Nitrogen mengakibatkan daun berwarna hijau pucat hingga kekuningan. Defisiensi Fosfor dan Kalium akan menghambat pertumbuhan dan perkembangan kanopi, timbulnya nekrosis pada tepi daun sehingga struktur kanopi menjadi kurang optimal dan berkurangnya area produktif fotosintesis (Zahra et al., 2025). Kondisi ini berdampak langsung pada peningkatan reflektansi pita merah dan secara otomatis menurunkan nilai NDVI. Selain unsur hara makro, hara sekunder juga berkontribusi yang signifikan terhadap nilai NDVI meskipun tidak sekuat hara makro. Defisiensi hara sekunder seperti Magnesium dan Kalsium berpengaruh pada kurangnya komponen molekul klorofil dan gangguan pertumbuhan titik tumbuh yang mempengaruhi kerapatan tajuk juga menjadi penyebab tidak efisiennya fotosintesis.

4. KESIMPULAN

Normalized Difference Index Vegetation (NDVI) dan kandungan hara tanah yang digunakan sebagai indikator penilaian tingkat kesehatan tanaman memungkinkan diagnosa secara komprehensif sehingga rekomendasi pengelolaan tanaman seperti pemupukan, perbaikan lingkungan tumbuh dan rehabilitasi dapat dilakukan secara presisi dan efisien, sehingga akan berdampak positif pada produksi dan produktifitas tanaman kelapa sawit di Kabupaten Sambas.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada Kepala Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri Sambas yang telah memberikan bantuan dan dukungan pendanaan kegiatan penelitian pada skema kompetitif melalui anggaran DIPA tahun 2025. Apresiasi dan penghargaan setinggi-tingginya kepada segenap tim yang terlibat langsung dalam kegiatan penelitian dari unsur dosen dan mahasiswa program studi Agrobisnis atas dedikasi yang diberikan pada setiap rangkaian kegiatan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- 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-Jughrafiah*, 2(2), 50–60.
- Bakce, R. (2021). Analisis pengaruh karakteristik petani terhadap produksi kelapa sawit swadaya di Kecamatan Singingi Hilir. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(1), 7-16.
- Becker-Reshef, I., Barker, B., Whitcraft, A., Oliva, P., Mobley, K., Justice, C., & Sahajpal, R. (2023). Crop type maps for operational global agricultural monitoring. *Scientific Data*, 10(172), 1-12.
- BPS Indonesia. (2023). "Statistik Indonesia". Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- BPS Sambas. (2025). " Kabupaten Sambas Dalam Angka 2025". Badan Pusat Statistik Kabupaten Sambas. Sambas.
- Gunawan, R. F., Putra, D.P., Wirianata, H. (2025). Analisis Pemetaan Spasial Perkebunan Kelapa Sawit dalam Mendukung Keberlanjutan Lingkungan di PT Hari Sawit Jaya. *Agroforetech*, 3(1), 205-211.
- Hutagalung, J. (2021). Perancangan Sistem Informasi Pengolahan Data Tanaman Kelapa Sawit. 4(2), 196–203. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD*, 4(2), 196-203.
- Kurniawan, E., Dewi, R., & Jannah, R. (2022). Pemanfaatan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit Sebagai Pupuk Organik Cair Dengan Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 1(Mei), 76–90.
- Masara'T, S., & Santoso, P., A. (2024). Estimasi hasil produksi padi menggunakan data citra satelit landsat 8 dan sistem informasi geografis di Kabupaten Sambas Kalimantan Barat. *Jurnal Agrotropika*, 23(2), 331–339.
- Muhlisin, A., Ermadani, E., & Sa'ad, A. (2022). Evaluasi Status Hara Kalium dan Kapasitas Tukar Ultisol Pada Perkebunan Kelapa Sawit. *Jurnal Agroecotania: Publikasi Nasional Ilmu Budidaya Pertanian*, 5(1), 40-49.
- Pangestu, N. H. A., & Banowati, G. (2023). Pemetaan kesehatan kebun kelapa sawit berdasarkan nilai normalized difference vegetation index (NDVI) menggunakan citra Landsat-8 di Kebun PT. Wanapotensi Guna. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 7(1), 40-49.

- Pudjianto, E., Magdalena, E., Dewanti, D.P., Damarjati, S.N., Arbi, M., & Friccilia, R.M. (2024). "Statistik Perkebunan 2023-2025". Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.
- Sembiring, W. K., Hariyadi, Santosa, E., & Sukoco, H. (2024). Penentuan Status Hara Daun pada Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat. *Jurnal Agroteknologi Tropika Lembab*, 6(2), 11–17.
- Silvestri, N., Ercolini, L., Grossi, N., & Ruggeri, M. (2024). Integrating NDVI and agronomic data to optimize the variable-rate nitrogen fertilization. *Precision Agriculture*, 25(5), 2554-2572.
- Taufik, V. V., Sukmono, A., & Firdaus, H. S. (2021). Estimasi produktivitas kelapa sawit menggunakan metode NDVI (normalized difference vegetation index) dan ARVI (atmospherically resistant vegetation index) dengan citra Sentinel-2A (studi kasus: beberapa wilayah di provinsi Riau). *Jurnal Geodesi Undip*, 10(1), 153-162.
- Yosephine, I. O. Y., Efendi, Z., & Lestari, W. T. (2021). Pengaruh pupuk organik cair dari bonggol pisang terhadap kadar hara nitrogen total dan C-organik pada bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Agro Estate*, 5(2), 89-109.
- Yuniasih, B., & Adji, A. R. P. (2022). Evaluasi Kondisi Kebun Kelapa Sawit Menggunakan Indeks NDVI dari Citra Satelit Sentinel 2. *J. Teknotan.*, 16(2), 127–132. <https://doi.org/10.24198/jt.vol16n2.10>
- Zahra, F. A., Ariyanti, M., Soleh, M. A., & Rosniawaty, S. (2025). Pengaruh Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Asam Humat pada Tanah dan Hara Daun Kelapa Sawit Fase Tanaman Menghasilkan. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 13(2), 141-152.