

Penentuan Status Hara Daun pada Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat *Determination of Leaf Nutrient Status in Smallholder Palm Oil Plantations*

WILDAN KAHFI SEMBIRING^{1)*}, HARIYADI², EDI SANTOSA³, HERU SUKOCO⁴

^(1,2,3)Program Studi Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Sekolah Pascasarjana, IPB University

⁽⁴⁾Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB University
Jl. Meranti, Babakan, Kec. Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat, Indonesia.

*e-mail: wildankahfisembiring@apps.ipb.ac.id

Manuscript received: 5 Juli 2023 Revision accepted: 26 Desember 2023

ABSTRACT

Increasing the production of smallholder oil palm plantations still needs to be optimal. The nutrient availability is one of the limiting factors in supporting oil palm productivity. Fertilizer management can help to increase production. The digitization system in fertilization makes it easier to apply fertilizer to oil palm plants so that it is effective and appropriate. The research aimed to see the potential of images originating from the Sentinel-2A satellite to replace the LSU method or to verify the accuracy of using Sentinel-2A imagery for the precision application of fertilization in smallholder oil palm plantations. The leaf analysis showed N deficiency conditions at the four locations, optimum P conditions except for Kandis 2, and K deficiency conditions at Dayun and Kandis 2. Meanwhile, soil analysis results appeared very high N levels at Kandis 2, deficient P levels at Kandis 1 and very diverse soil K content conditions at the Dayun. Acidic soil pH conditions were detected at Dayun and Kandis 3 locations, while soil with very acid pH was found at Kandis 1 and Kandis 2 locations. The regressions (R^2) of NDVI values towards LSU for N, P and K were 0,0083, 0,0021 and 0,0622, respectively.

Key word: smallholder plantations, LSU, precision, Sentinel-2A

ABSTRAK

Produktivitas perkebunan kelapa sawit rakyat masih belum optimal. Faktor ketersediaan hara menjadi salah satu pembatas dalam mendukung produktivitas kelapa sawit. Manajemen pengelolaan pemupukan dapat membantu meningkatkan produksi. Sistem digitalisasi dalam pemupukan memudahkan aplikasi pupuk pada tanaman kelapa sawit agar efektif dan sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk melihat potensi citra yang berasal dari satelit Sentinel-2A dapat menggantikan metode LSU atau verifikasi akurasi penggunaan citra Sentinel-2A untuk penerapan presisi dalam pemupukan pada perkebunan kelapa sawit rakyat. Hasil analisis daun yang telah dilakukan menunjukkan kondisi defisiensi unsur N pada empat lokasi penelitian, kondisi optimum P kecuali pada lokasi Kandis 2, serta kondisi defisiensi unsur K pada lokasi Dayun dan Kandis 2. Sementara itu hasil analisis tanah menunjukkan kadar N yang sangat tinggi pada lokasi Kandis 2, kadar P yang sangat rendah pada lokasi Kandis 1 dan kondisi kandungan K dalam tanah yang sangat beragam di lokasi Dayun. Kondisi pH tanah yang masam terdeteksi pada lokasi Dayun dan Kandis 3, sedangkan pH tanah yang sangat masam ditemukan di lokasi Kandis 1 dan Kandis 2. Regresi (R^2) nilai NDVI terhadap LSU untuk N, P, dan K masing-masing adalah 0,0083, 0,0021, dan 0,0622.

Kata kunci : perkebunan rakyat, LSU, presisi, Sentinel-2A

PENDAHULUAN

Luas areal perkebunan kelapa sawit rakyat merupakan yang terbesar kedua pengusaannya di Indonesia setelah perkebunan besar swasta, yaitu sebesar 6 379 937 ha (41,48%) dari total luas lahan perkebunan kelapa sawit 15 380 981 ha pada tahun 2022 (Dirjenbun 2021). Produksi total minyak kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2018 berasal dari perkebunan besar swasta (PBS) dengan total produksi 59,3%, disusul perkebunan rakyat sebesar 35,6%, dan perkebunan besar negara (PBN) sebesar 5% dari total produksi. Luas perkebunan kelapa sawit milik rakyat tidak diimbangi dengan produktivitas yang baik. Provinsi Riau merupakan wilayah yang memiliki perkebunan kelapa sawit terluas di Indonesia dengan luasan perkebunan kelapa sawit milik rakyat sebesar 1.7333.959 ha dan produksi sebesar 4.789.191 Mg (Dirjenbun 2019).

Pertambahan luasan areal perkebunan kelapa sawit dari tahun 2013 hingga 2017 bertambah rata-rata sekitar 895.201 ha dengan produksi CPO rata-rata sebesar 2.407.701 Mg dengan status perusahaan dari perkebunan rakyat, PBN, dan PBS (Dirjenbun 2017). Pengembangan luasan areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia tidak sejalan dengan peningkatan produksi CPO. Tidak terjadinya peningkatan produksi CPO disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya faktor biotik, abiotik, teknologi, dan manajemen produksi pada perusahaan perkebunan kelapa sawit. Faktor biotik dan abiotik dapat menyebabkan penurunan produksi kelapa sawit. Faktor abiotik yang menjadi pembatas yaitu ketersediaan hara. Faktor ketersediaan hara pada tanah memiliki dampak terhadap produksi kelapa sawit, defisiensi unsur hara dapat mengganggu

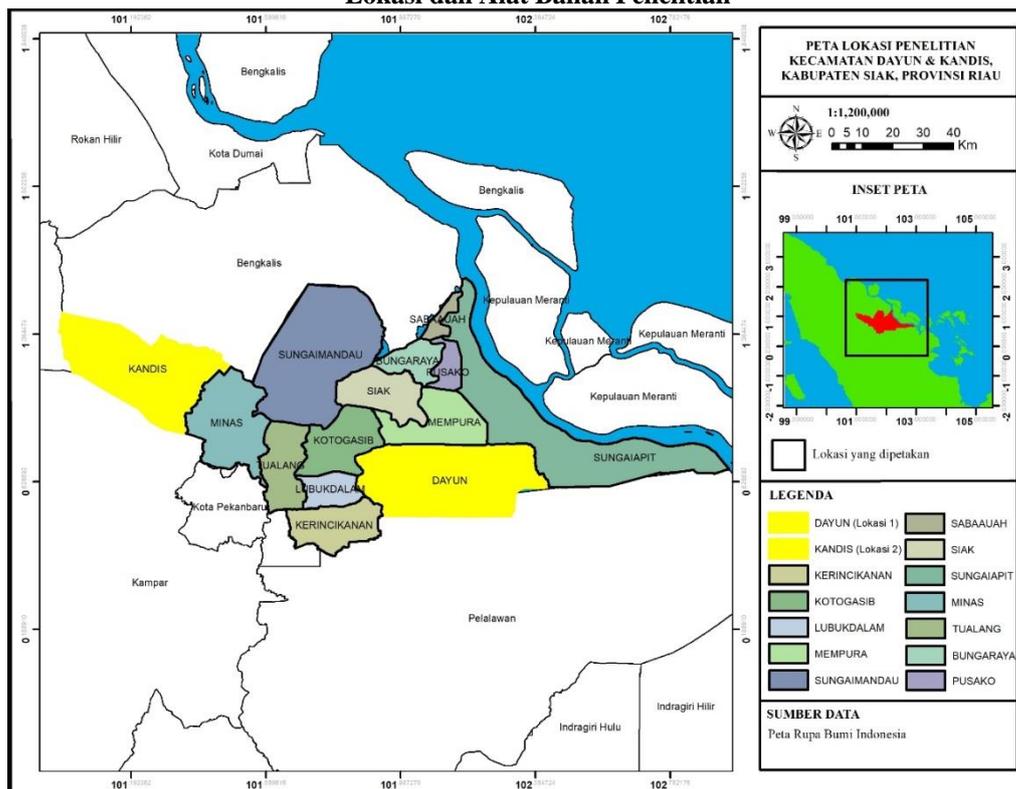
produksi dan pembentukan bunga pada tanaman kelapa sawit. Menurut (Hakim et al., 2018), gejala defisiensi unsur hara pada tanaman kelapa sawit meliputi daun berwarna kuning pucat, ruas lebih pendek, pertumbuhan daun semakin lambat, batang lebih pendek dan kurus, akar lebih panjang namun berukuran kecil, dan ujung daun dan daun tua mengalami nekrosis. Permasalahan utama pengembangan kebun kelapa sawit adalah ketersediaan lahan dengan kelas yang sesuai untuk tanaman kelapa sawit juga sudah jarang dijumpai. Faktor yang berpengaruh yaitu kesuburan tanah yang rendah, karena yang tersisa hanyalah lahan marginal yang membutuhkan input tinggi untuk dijadikan lahan perkebunan kelapa sawit rakyat.

Upaya peningkatan produktivitas perkebunan kelapa sawit membutuhkan teknik budidaya dan pemeliharaan yang intensif. Teknik budidaya tersebut salah satunya yaitu pemupukan karena produktivitas tinggi pada perkebunan kelapa sawit tidak terlepas dari peran pemupukan yang baik. Pemupukan adalah proses penambahan unsur hara dalam tanah untuk menjaga ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan kelapa sawit secara terus-menerus bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman kelapa sawit.

Sistem digitalisasi pertanian dengan memanfaatkan teknologi informasi menjadi alternatif yang memudahkan petani untuk memonitor manajemen budidaya kelapa sawit, terutama saat aplikasi pemupukan (Kaliana et al., 2018). Melalui bantuan informasi dan kumpulan data, teknologi digital ini dapat memberikan keputusan dalam membantu menangani berbagai masalah seperti pemupukan di lapangan supaya selaras antara pemberian pupuk dengan hasil yang diperoleh (Ayu & Mustofa, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk melihat potensi citra yang berasal dari satelit Sentinel-2A dapat menggantikan metode LSU atau verifikasi akurasi penggunaan citra Sentinel-2A untuk penerapan presisi dalam pemupukan pada perkebunan kelapa sawit rakyat.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Alat Bahan Penelitian



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Kecamatan Dayun dan Kecamatan Kandis

Lokasi penelitian bertempat di Perkebunan Kelapa Sawit milik rakyat, Kecamatan Dayun dan Kecamatan Kandis, Kabupaten Siak, Provinsi Riau. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 16 Agustus sampai dengan tanggal 12 September 2021. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pelepah daun ke-17 tanaman kelapa sawit serta sampel tanah. Peralatan yang digunakan pada kegiatan penelitian ini diantaranya ialah oven, pH meter, *software* ArcGIS, GPS (*Global Positioning System*), citra Sentinel-2A.

METODE PENELITIAN

Pengambilan Kesatuan Contoh Daun

Penentuan pengambilan contoh daun pada satu areal yang seragam, kemudian dikelompokkan berdasarkan tahun tanam, jenis bibit, jenis tanah, topografi, dan batas alam (seperti sungai, dll) dengan tanaman sampel menghindari tanaman sakit, tanaman abnormal, tanaman sisipan, dan tanaman border, kemudian dilakukan penomoran pada tanaman sampel yang terbagi atas 4 (empat) lokasi pada 2 (dua) kecamatan, yaitu pada Kecamatan Dayun berjumlah 6 (enam) titik sampel dan pada Kecamatan Kandis berjumlah 9 (sembilan) titik sampel yang terbagi atas 3 (tiga) lokasi. Langkah selanjutnya adalah pengambilan pelepah daun nomor 17 yang berada tepat di bawah pelepah ke-9 dan pelepah ke-9 berada tepat di bawah pelepah ke-1, kemudian diambil daun yang berada di ekor kadal pelepah, lalu daun dipisahkan dengan tulang daun dan dibersihkan menggunakan akuades kemudian dikeringkan, setelah itu dilakukan uji untuk menentukan defisiensi unsur hara pada tanaman contoh yang dapat diasumsikan mewakili areal.

Pengambilan Kesatuan Contoh Tanah

Pengambilan contoh tanah dapat mewakili ± 50 ha lahan dengan topografi dan jenis tanah yang sama dengan kedalaman 0-20 cm sebanyak 15 sampel tanah yang terbagi atas 4 (empat) lokasi. Lokasi pertama berada di Kecamatan Dayun sebanyak 6 (enam) sampel. Lokasi selanjutnya berada di Kecamatan Kandis sebanyak 9 (sembilan) sampel yang terbagi atas 3 (tiga) lokasi. Tanah sampel di laboratorium dikeringudarkan, kemudian dilakukan kegiatan analisis untuk menentukan kondisi pH, kesehatan, dan kesuburan tanah, serta kandungan unsur hara yang ada pada tanah.

Analisis Citra dengan Algoritma NDVI

Analisis algoritma pada citra Sentinel-2A yaitu penggunaan citra untuk mendeteksi tingkat kesuburan tanaman kelapa sawit pada perkebunan kelapa sawit didasarkan pada tingkat kehijauan daun sehingga dapat dideteksi menggunakan algoritma NDVI. Indeks vegetasi yang umum digunakan yaitu *Normalized Different Vegetation Index* (NDVI) (Priambodo, 2020). Nilai NDVI ini didasarkan pada penyerapan maksimum pada radiasi kanal merah (*red*) sebagai hasil dari pigmen klorofil dan reflektansi maksimum di kanal spektral infra merah dekat (*near infra red/NIR*) sebagai akibat dari struktur selular daun dengan menggunakan rumus (Amliana *et al.*, 2016).

HASIL DAN DISKUSI

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil pengukuran berupa data *Leaf Sampling Unit* (LSU), *Soil Sampling Unit* (SSU), dan Peta Digitasi yang terdiri atas 4 (empat) lokasi penelitian. Data LSU, SSU dan Peta Digitasi disajikan seperti berikut ini.

Hasil Pengukuran *Leaf Sampling Unit* (LSU)

Sampel yang dianalisis dalam pengukuran LSU adalah Nitrogen (%), Fosfor (%), dan Kalium (%). Sampel yang diambil terdiri atas 6 (enam) sampel di lokasi Dayun, 3 (tiga) sampel di lokasi Kandis 1, 3 (tiga) sampel di lokasi Kandis 2, dan 3 (tiga) sampel di lokasi Kandis 3. Hasil pengukuran nilai N, P dan K disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis daun

Lat	Long	No. Sampel	Atas Dasar Berat Kering 105 ⁰ C		
			N (%)	P (%)	K (%)
0.679939	101.931063	S I	2,21 (D)	0,163 (O)	1,04 (O)
0.682573	101.922148	S II	2,29 (D)	0,180 (O)	1,07 (O)
0.682294	101.921976	S III	2,84 (O)	0,176 (O)	0,72 (D)
0.680835	101.921079	S IV	2,41 (O)	0,152 (O)	1,04 (O)
0.679845	101.921558	S V	2,88 (O)	0,192 (O)	1,82 (T)
0.680835	101.921079	S VI	2,46 (O)	0,150 (O)	1,21 (O)
0.948856	101.383274	T I	2,14 (D)	0,179 (O)	1,29 (O)
0.948722	101.38259	T II	2,51 (O)	0,166 (O)	0,82 (O)
0.948943	101.382864	T III	1,86 (D)	0,163 (O)	0,78 (O)
0.962268	101.385854	T IV	2,10 (D)	0,144 (D)	0,51 (D)
0.96236	101.385658	T V	2,68 (O)	0,178 (O)	1,23 (O)
0.962753	101.385309	T VI	2,88 (O)	0,176 (O)	0,99 (O)
0.961819	101.356048	T VIII	2,37 (O)	0,155 (O)	1,32 (O)
0.957384	101.36846	T IX	2,21 (D)	0,176 (O)	1,10 (O)
0.978467	101.355313	T X	2,91 (O)	0,178 (O)	1,21 (O)

Keterangan : D = Defisiensi, O = Optimum dan T = Tinggi (Uexkull, 1991)

Data yang terdapat pada Tabel 1 di atas menunjukkan hasil pengukuran N daun pada lokasi Dayun terdiri atas kriteria Defisiensi dan Optimum. Hasil pengukuran P hanya berada pada kriteria Optimum, dan hasil pengukuran K terdiri atas Defisiensi, Optimum, dan Tinggi. Pada lokasi Kandis 1 yang tertera pada Tabel 1 di atas dapat diketahui bahwa hasil pengukuran N daun yang dilakukan memiliki kriteria Defisiensi dan Optimum. Pengukuran P dan K menunjukkan hasil pada kriteria Optimum. Sementara itu pada lokasi Kandis 2 dari Tabel 1, data sampel menunjukkan hasil pengukuran N, P, dan K daun terdiri atas kriteria Defisiensi dan Optimum, sedangkan hasil pengukuran N di lokasi Kandis 3 memiliki kriteria Defisiensi dan Optimum, dan pengukuran P dan K menunjukkan hasil pada kriteria Optimum.

Hasil Pengukuran Soil Sampling Unit (SSU)

Sampel yang dianalisis dalam pengukuran SSU adalah N (%), P (%), dan K (%). Sampel yang diambil terdiri atas 6 (enam) sampel di lokasi Dayun, 3 (tiga) sampel di lokasi Kandis 1, 3 (tiga) sampel di lokasi Kandis 2, dan 3 (tiga) sampel di lokasi Kandis 3. Hasil pengukuran nilai N, P, dan K disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis tanah

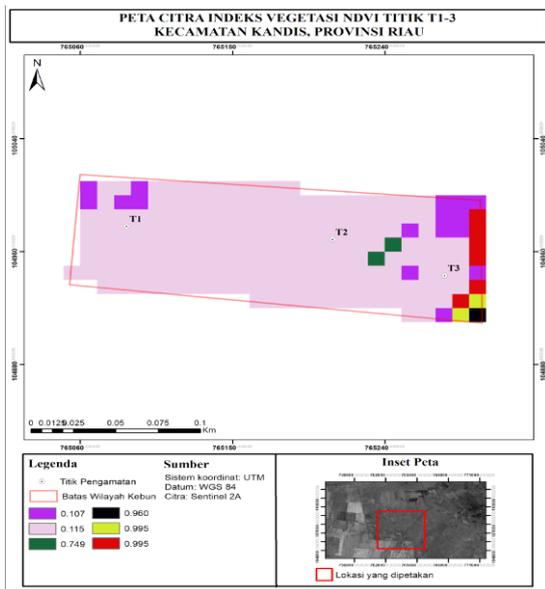
Lat	Long	Kode	pH H ₂ O	Atas Dasar Berat Kering 105°C		
				N (%)	P (%)	K (%)
0.679939	101.931063	S I	5,5 (M)	0,15 (R)	0,0042 (ST)	0,0082 (R)
0.682573	101.922148	S II	5,7 (M)	0,15 (R)	0,0072 (ST)	0,0335 (T)
0.682294	101.921976	S III	6,4 (M)	0,16 (R)	0,0072 (ST)	0,1443 (ST)
0.680835	101.921079	S IV	6,5 (M)	0,10 (R)	0,0035 (T)	0,0343 (T)
0.679845	101.921558	S V	6,5 (M)	0,12 (R)	0,0052 (ST)	0,0047 (R)
0.680835	101.921079	S VI	6,1 (M)	0,12 (R)	0,0061 (ST)	0,0016 (SR)
0.948856	101.383274	T I	5,9 (M)	0,30 (S)	0,0120 (ST)	0,1400 (ST)
0.948722	101.38259	T II	4,2 (SM)	0,90 (ST)	0,0088 (ST)	0,0363 (T)
0.948943	101.382864	T III	3,7 (SM)	0,66 (T)	0,0003 (SR)	0,0078 (R)
0.962268	101.385854	T IV	4,1 (SM)	0,83 (ST)	0,0068 (ST)	0,0246 (T)
0.96236	101.385658	T V	3,5 (SM)	1,14 (ST)	0,0075 (ST)	0,0156 (S)
0.962753	101.385309	T VI	3,7 (SM)	0,81 (ST)	0,0025 (S)	0,0074 (R)
0.961819	101.356048	T VIII	5,3 (M)	0,22 (S)	0,0031 (T)	0,0016 (SR)
0.957384	101.36846	T IX	5,0 (M)	0,13 (R)	0,0033 (T)	0,0491 (ST)
0.978467	101.355313	T X	4,5 (M)	0,41 (S)	0,0033 (T)	0,0035 (SR)

Keterangan : SR = Sangat Rendah, R = Rendah, S = Sedang, T = Tinggi, ST = Sangat Tinggi. M = Masam, SM = Sangat Masam (Hardjowigeno, 2007)

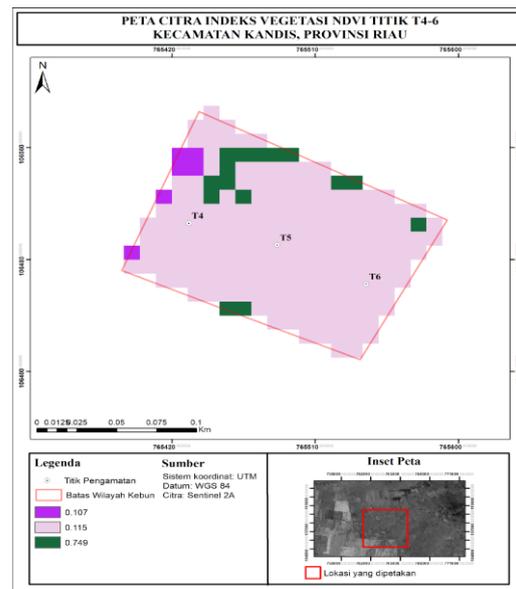
Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil pengukuran pH tanah terdiri atas kriteria Masam di lokasi Dayun, kriteria Masam dan Sangat Masam di lokasi Kandis 1, kriteria Sangat Masam di lokasi Kandis 2, dan kriteria Masam di lokasi Kandis 3. Hasil Pengukuran N tanah menunjukkan kriteria Rendah di lokasi Dayun; kriteria Sedang, Tinggi, dan Sangat Tinggi di lokasi Kandis 1; kriteria Sangat Tinggi di lokasi Kandis 2; kriteria Rendah dan Sedang di lokasi kandis 3. Hasil analisis P metode Bray II menunjukkan kriteria Tinggi dan Sangat Tinggi di lokasi Dayun; kriteria Sangat Rendah dan Sangat Tinggi di lokasi Kandis 1; kriteria Sedang dan Sangat Tinggi di lokasi Kandis 2; kriteria Tinggi di lokasi Kandis 3. Hasil Pengukuran K yang telah dilakukan menunjukkan kriteria Sangat Rendah, Rendah, Tinggi, dan Sangat Tinggi di lokasi Dayun; kriteria Rendah, Tinggi, dan Sangat Tinggi di lokasi Kandis 1; kriteria Rendah, Sedang, dan Tinggi di lokasi Kandis 2; kriteria Sangat Rendah, Sedang, dan Sangat Tinggi di lokasi Kandis 3.

Peta Digitasi

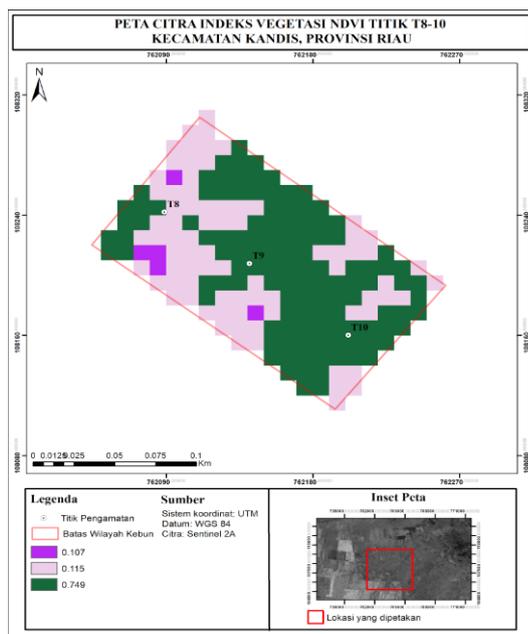
Indeks kehijauan daun vegetasi kelapa sawit yang diunduh pada tanggal 18 Oktober 2021 untuk lokasi Kandis dan pada tanggal 19 Oktober 2021 untuk lokasi Dayun ditunjukkan oleh gambar berikut ini.



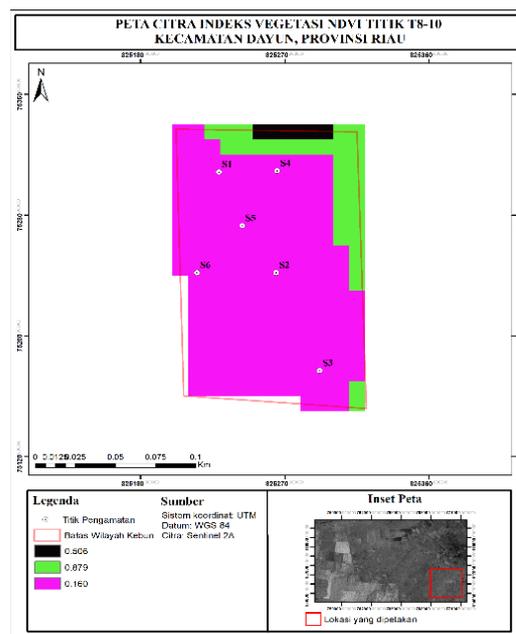
Gambar 2. Peta citra lokasi Kandis 1



Gambar 3. Peta citra lokasi Kandis 2



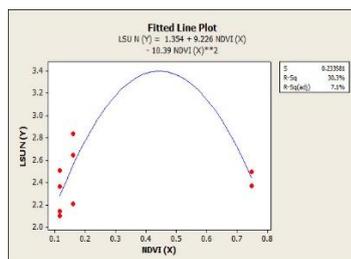
Gambar 4. Peta citra lokasi Kandis 3



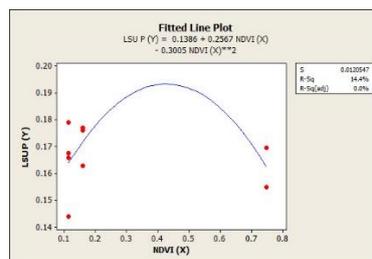
Gambar 5. Peta citra lokasi Dayun

Dari gambar di atas dapat terlihat bahwa indeks kehijauan daun tanaman kelapa sawit di lokasi Kandis 1 dan 2 yaitu berada pada kelas warna 0,11; lokasi Kandis 3 berada pada kelas warna 0,75; dan lokasi Dayun 0,16. Menurut Permenhut RI No.P.12/menthut-II/2022, lokasi Kandis 1 dan 2, kelas warna tersebut tergolong vegetasi rendah, lokasi Kandis 3 tergolong tinggi, dan lokasi Dayun tergolong vegetasi sedang.

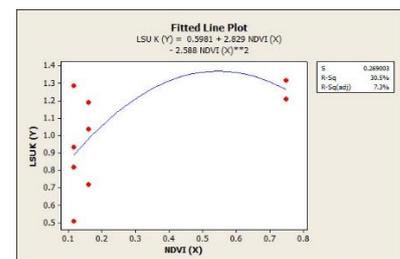
Hasil analisis citra sebaran indeks vegetasi (NDVI) yang bersumber dari satelit Sentinel-2A seperti yang tercantum pada gambar di atas menggambarkan tingkat kehijauan vegetasi yang beragam dimulai dari yang terendah sebesar 0,11 sampai dengan yang tertinggi 0,75. Interpretasi nilai kehijauan vegetasi dengan menggunakan metode NDVI didapatkan dari perhitungan gelombang yang dipantulkan ke tanaman. Dari hasil yang tercantum pada gambar di atas menunjukkan nilai kehijauan daun pada lokasi Kandis 1 dan Kandis 2 bernilai 0,115 yang tergolong rendah, dan pada lokasi Dayun sebesar 0,160 tergolong sedang, sedangkan pada lokasi Kandis 3 sebesar 0,749 tergolong tinggi. Berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan RI No. P.12/Menhut-11/2022, semakin tinggi kandungan klorofil daun kelapa sawit, maka pembacaan tingkat kehijauan vegetasi NDVI akan semakin tinggi pula dikarenakan hasil pembacaan yang didapatkan dari metode NDVI melalui perhitungan gelombang dekat (*near infrared*) (band 8) dengan gelombang *red* (band 4) pada satelit Sentinel-2A yang dipantulkan oleh tumbuhan (Putri et al., 2021).



Gambar 6. Regresi N terhadap NDVI



Gambar 7. Regresi P terhadap NDVI



Gambar 8. Regresi K terhadap NDVI

Persamaan regresi yang dibangun dari nilai kandungan hara N, P, dan K dengan nilai kehijauan vegetasi menunjukkan terdapat hubungan diantara variabel tersebut, dengan nilai regresi NDVI dengan hasil LSU N sebesar $R^2 = 0,0083$, dengan hasil LSU P sebesar $R^2 = 0,0021$, dan dengan hasil LSU K sebesar $R^2 = 0,0622$. Hasil regresi tersebut menunjukkan adanya hubungan diantara variabel tersebut ditunjukkan dengan nilai yang positif meskipun memiliki nilai yang rendah. Akurasi hasil pembacaan NDVI terhadap kandungan klorofil daun mencapai 71,53% (Mukhlisin & Soemarno, 2020).

Metode NDVI dinilai memiliki akurasi yang tinggi dalam melakukan interpretasi terhadap kondisi kesehatan/kandungan hara tanaman melalui kandungan klorofil daun, namun pada penelitian ini menunjukkan nilai regresi yang rendah. Hal tersebut diduga disebabkan oleh beberapa kondisi lapangan. Citra yang seharusnya diunduh sesuai dengan tanggal pengambilan sampel daun dan tanah, yaitu pada 18-19 Oktober 2021 tidak dapat diunduh dikarenakan tutupan awan yang tinggi pada bulan basah. Citra satelit diunduh pada tanggal 25 September 2021 untuk lokasi Kandis dan tanggal 1 November 2021 untuk lokasi Dayun dikarenakan pada tanggal tersebut tutupan awan tergolong cukup rendah. Pada daerah tropis selayaknya di Indonesia tutupan awan terutama pada musim penghujan cukup menutupi sebagian besar lahan yang mana tutupan awan tersebut sangat memengaruhi hasil *digital number* yang dibaca oleh satelit baik tertutupi awan tebal ataupun awan tipis (Januar et al., 2016).

Standing per Hectare pada lokasi penelitian yang berada di Kecamatan Kandis tergolong rendah sehingga menyebabkan rendahnya penutupan kanopi oleh tanaman kelapa sawit yang menyebabkan peningkatan pertumbuhan gulma pada lahan. NDVI merupakan sebuah metode yang memantulkan gelombang yang dapat diserap oleh tanaman sehingga dapat melakukan pembacaan kehijauan pada daun, sayangnya NDVI belum dapat membedakan antara tanaman utama dengan vegetasi gulma yang ada di lahan tersebut, sehingga nilai *digital number* yang didapatkan bias dikarenakan NDVI merupakan metode yang umum digunakan dalam mendeteksi penutupan lahan oleh vegetasi (Hastomo et al., 2022).

Nilai pH yang didapatkan dari 15 titik pengamatan seperti yang terdapat pada Tabel 2 menunjukkan kondisi lahan yang masam hingga sangat masam, sehingga didapatkan nilai korelasi antara pH tanah dengan hasil uji NPK tanah masing-masing sebesar -0,882 untuk N, 0,231 untuk P, dan 0,377 untuk K. Input produksi yang baik akan memperbaiki pH tanah sehingga serapan hara oleh tanaman dapat maksimal. Unsur hara NPK mendukung pertumbuhan vegetatif dan generatif pada tanaman, sehingga pada tanaman yang cukup hara akan menghasilkan pertumbuhan daun, batang, dan buah yang optimal (Wiraatmaja, 2017). NDVI melakukan pembacaan terhadap kehijauan daun yang memiliki akurasi hingga 75% (Mukhlisin & Soemarno, 2020).

KESIMPULAN

Pembacaan kandungan klorofil pada daun tanaman kelapa sawit di perkebunan rakyat menggunakan metode NDVI yang didapatkan dari citra Sentinel-2A menunjukkan hasil yang beragam pada empat lokasi penelitian. Lokasi Kandis 1 dan Kandis 2 memiliki nilai NDVI sebesar 0,115; Lokasi Kandis 3 memiliki nilai NDVI sebesar 0,749, dan Lokasi Dayun memiliki nilai NDVI sebesar 0,160. Nilai korelasi yang dihasilkan oleh perbandingan SSU NPK dengan pH tanah menunjukkan nilai N -0,882; P 0,231; dan K 0,377. Nilai regresi NDVI terhadap LSU unsur hara N menunjukkan nilai $R^2 = 0,0083$, unsur P dengan nilai $R^2 = 0,0021$, dan unsur K dengan nilai $R^2 = 0,0622$. Penggunaan citra satelit yang didapatkan dari satelit Sentinel-2A belum dapat menggantikan metode LSU. Nilai regresi yang penulis dapatkan tergolong ke dalam kriteria rendah. Nilai regresi antara NDVI dengan LSU rendah diduga akibat beberapa faktor seperti *Standing per Hektare* (SPH), tutupan awan, dan input produksi, sehingga penerapan presisi dalam pemupukan pada perkebunan kelapa sawit rakyat belum dapat dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amliana, D., Prasetyo, Y., & Sukmono, A. 2016. Analisis Perbandingan Nilai NDVI Landsat 7 dan Landsat 8 Pada Kelas Tutupan Lahan (Studi Kasus: Kota Semarang, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1): 264–274.
- Ayu, F., & Mustofa, A. 2021. Perancangan Aplikasi Penentuan Dosis Pemupukan Kelapa Sawit Menggunakan Metode SAW Berbasis Android. *IT Journal Research and Development*, 5(2): 147–157.
- Hakim, M., Adiwijaya, M. S., Darwis, T., Pardamean, M., & Julianto, A. 2018. *Good Agricultural Practice Kelapa Sawit*. Gramedia. Jakarta
- Hardjowigeno, S. 2007. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta
- Hastomo, H. D., Soesanto, O., & Idris, M. 2022. Segmentasi Vegetasi Lahan Basah Berbasis Modified-Camera Drone. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 259–266.
- Januar, D., Suprayogi, A., & Prasetyo, Y. 2016. Analisis Penggunaan NDVI dan BSI Untuk Identifikasi Tutupan Lahan Pada Citra Landsat 8. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1): 135–144.
- Kaliana, I., Seminar, K. B., & Sudradjat. 2018. Development of a Decision Support System for Oil Palm Fertilizer Requirement Based on Precision Agriculture. *Institut Pertanian Bogor*, Bogor.
- Mukhlisin, A., & Soemarno, S. 2020. Estimasi Kandungan Klorofil Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora* var. *robusta*) Menggunakan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Di Bangelan, Wonosari, Malang). *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 7(2): 329–339.
- Priambodo, O. N. 2020. Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Potensi Cadangan Karbon serta Pendugaan Hara Makro Tanaman Kelapa Sawi. *Institut Pertanian Bogor*., Bogor.
- Putri, E. S., Widiyari, A., Karim, R. A., Soemantri, L., & Ridwana, R. 2021. Pemanfaatan Citra Sentinel-2 untuk analisis Gunung Manglayang. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 9(2): 133–143.
- Uexkull, H. R. 1991. *The Oil Palm, Fertilizing for High Yield and Quality*. International Potash Institute, Switzerland.
- Wiraatmaja, I. W. 2017. Defisiensi dan Toksisitas Hara Mineral serta Responnya terhadap Hasil. In *Fakultas Pertanian Universitas Udayana*. Fakultas Pertanian Universitas Udayana.