

PERBANDINGAN KONSENTRASI HARA HARA DAUN KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) USIA 6 DAN 8 TAHUN

(Comparison of Leaf Nutrient Levels in Oil Palm (*Elaeis Guineensis* Jacq.) at Ages 6 and 8 Years)

OKSANA^{1,2*}, HERMANSAH¹, AGUSTIAN¹, SYAFRIMEN YASIN¹, RUMI ALAWIYAH²

¹Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

²Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Jl. HR. Soebrantas No.15, Pekanbaru Indonesia.

*Email: oksana@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

Oil palm productivity is closely linked to the nutrient status of its leaves, which serve as a reliable indicator of plant health and fertilizer requirements. Comparing leaf nutrient levels at different ages, such as 6 and 8 years, provides valuable insights into the dynamics of nutrient uptake and the optimization of fertilization strategies for sustainable yield. This study was conducted to assessing the macronutrient adequacy status of oil palm leaves based on diagnostic standards, and knowing the differences in these nutrients at ages 6 and 8 years. Leaf samples were taken from Kampar District, Riau Province by systematic random sampling of 14 oil palm trees to represent 20 ha of each age class. Leaf samples are leaves located on the 17th leaf sheath in the oil palm leaf phyllotaxis system. Analysis of plant nutrient levels using the X-ray fluorescence (XRF) series PAnalytical Epsilon 3 method except for N-total with Kjeldhal (% dry weight). Results revealed that 6-year-old oil palms had optimal amounts of N, K, Ca, and Mg, along with elevated P and S. Conversely, 8-year-old palms showed deficiencies in N, K, Mg, and S, but optimal level of Ca and high P levels. T-test analysis (P value < 0.05) indicated significant differences in N, K, and S between the two age groups, while P, Ca, and Mg did not differ significantly.

Keywords: Comparative field study, Nutrient analysis, Planted Ages, Riau

PENDAHULUAN

Perluasan areal perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau terus berlangsung karena tingginya permintaan CPO di Riau. Perkebunan kelapa sawit tersebar di 26 provinsi, dengan Provinsi Riau sebagai salah satu provinsi yang memiliki perkebunan kelapa sawit yang terluas di Indonesia. Luas areal perkebunan kelapa sawit di Riau tahun 2021 mencapai 2.537 juta ha dengan produksi CPO sebesar 8.96 juta ton. Sedangkan areal perkebunan kelapa sawit di Riau tahun 2022 seluas 2.86 juta ha atau 18.70% dari total luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia dengan produksi CPO sebesar 8,74 juta ton (BPS 2023). Meskipun luas areal perkebunan kelapa sawit meningkat, tetapi produksi CPO mengalami penurunan. Hal ini diduga disebabkan oleh ketersediaan unsur hara yang tidak tercukupi di dalam tanah untuk kebutuhan tanaman.

Salah satu perkebunan milik negara yang berada di Provinsi Riau yang bergerak dibidang tanaman kelapa sawit dengan membudidayakan kelapa sawit yakni PTPN V Kebun Sei Pagar Kabupaten Kampar. Produksi CPO pada PKS PTPN V Sei Pagar mengalami penurunan pada tahun 2018 sampai tahun 2020 berturut-turut didapat hasil 125 juta ton/tahun; 123 juta ton/tahun; 119 juta ton/tahun (Sundari dan Setiawan, 2022). Terjadinya penurunan produksi CPO disebabkan oleh rendahnya kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman kelapa sawit (Afifuddin *et al.* 2023). Ketersediaan unsur hara pada tanah memiliki dampak terhadap produksi kelapa sawit (Sembiring *et al.* 2024).

Umur tanaman kelapa sawit mempengaruhi kebutuhan hara yang diperlukan untuk pertumbuhan dan produksi. Pada umumnya, tanaman kelapa sawit berumur 6 tahun termasuk tanaman menghasilkan (TM) yang mulai memasuki produksi awal. Tanaman kelapa sawit berumur 6 tahun memerlukan unsur hara seperti nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) yang cukup untuk mendukung pertumbuhan daun, akar dan pengisian buah (Saputra *et al.* 2018). Sedangkan untuk tanaman kelapa sawit berumur 8 - 9 tahun sudah memasuki fase produksi maksimum, membutuhkan lebih banyak unsur hara kalium (Jenkins 2023) untuk mendukung pembentukan tandan buah segar (TBS) dan mempengaruhi kualitas dan kuantitas minyak kelapa sawit (Ainun *et al.* 2021).

Ketersediaan hara dalam tanah yang rendah karena diserap oleh tanaman, diangkut saat panen, dan terlindih (Riskar & Sopian 2024). Salah satu peran penting dalam memenuhi kebutuhan hara pada tanaman dilakukan dengan pemupukan. Pemupukan yang kurang tepat menjadi salah satu penyebab tanaman mengalami defisiensi unsur hara (Afifuddin *et al.* 2023). Hasil penelitian Nazari (2020) menyatakan bahwa kadar N dan K daun kelapa sawit berumur >6 tahun berada dalam kondisi defisiensi dan P dalam keadaan optimum. Defisiensi N pada tanaman akan mempengaruhi persentase kadar minyak yang dihasilkan (Ramadani *et al.* 2023).

Unsur hara yang berada di dalam tanah belum tentu bisa diserap maksimal oleh tanaman. Hal ini membutuhkan evaluasi kadar hara dapat dilakukan dengan analisis pada jaringan tanaman yaitu daun untuk mengetahui kandungan hara yang terdapat pada tanaman kelapa sawit (Bahidin dan Sudarmaji, 2018). Analisis kandungan hara daun digunakan sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam menyusun rekomendasi pemupukan tanaman kelapa sawit pada periode berikutnya (Trisna *et al.* 2023).

Angkutan hara tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis dan struktur tanah, pH tanah, iklim, kadar air tanah, kadar bahan organik, penggunaan pupuk dan umur tanaman sehingga perbedaan kondisi akan mempengaruhi jumlah pupuk yang diberikan. Kelapa sawit termasuk tanaman yang membutuhkan input hara yang besar, sehingga setiap panen produksi 1 ton TBS kelapa sawit akan terangkut N 2.94 kg, P 0.44 kg, K 3.71 kg, Ca 0.81 kg dan Mg 0.77 kg (Sinaga *et al.* 2024). Jumlah panen yang berbeda pada usia tanam kelapa sawit tentunya membutuhkan jumlah pupuk yang berbeda pula sehingga evaluasi hara sudah mestinya dilakukan setiap periode umur yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi status kecukupan hara N, P, K, S, Ca, dan Mg berdasarkan analisis daun serta membandingkan perbedaan kandungan hara antara tanaman kelapa sawit umur 6 tahun dan 8 tahun.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Perkebunan Kelapa Sawit PTPN IV Sei Pagar Kabupaten Kampar, Riau, dan dilanjutkan dengan analisis angkutan hara tanaman dilakukan di Laboratorium Sentral Universitas Andalas Padang pada Bulan Juli – Desember 2024.

Metode Penelitian

Penelitian *comparative observasional* dengan pendekatan kuantitatif ini dilakukan dilahan Perkebunan kelapa sawit usia tanam 6 dan 8 tahun dan merupakan penanaman generasi kedua. Lokasi penelitian terletak di kebun Sei Pagar - Distrik Timur Regional III – milik PT. Perkebunan Nusantara IV dengan pertumbuhan tanaman yang relatif seragam. Lokasi terpilih merupakan perkebunan milik negara yang berada di latitude 0°19'34.7"N dan Longitude 101°21'08.1"E. Provinsi Riau, Indonesia. Lahan kelapa sawit Sei Pagar memiliki topografi datar-berombak dengan ketinggian dari muka laut antara 7-50 meter, dilalui oleh Sub-DAS dua sungai besar yaitu Sungai Kampar Kanan dan Sungai Kampar Kiri. Lokasi penelitian memiliki jenis tanah Typic dan Humic Dystrudepts dan sebagian ditemukan Typic Haplosaprist (Wigena *et al.* 2013) (PTPN V 2022). Sampel daun dikumpulkan dari tiap umur secara *systematic random sampling* dari lahan kelapa sawit seluas 20 ha (0,5 blok) 2860 pokok. Pengambilan sampel tanaman (*Leaf Sampling Unit*) dimulai pada baris tanaman ke-5 dengan jarak ± 50 m dan untuk baris sampel berikutnya nomor kelipatan 10, berarti 10 baris tanaman berjarak 10 pohon (Wildan *et al.* 2024). Terdapat 16 subsampel tiap umur tanaman dijadikan 4 sampel komposit (mewakili 715 pokok) dimana daun diambil pada pelepah ke - 17 dalam sistem *filotaksis* kelapa sawit. Sebanyak 6 helai anak daun diambil dibagian tengah pelepah, kemudian dipotong bagian apangkal dan ujungnya sehingga tinggal 1/3 bagian. Selanjutnya dilakukan persiapan sampel untuk analisis mulai dari kering oven (suhu 105 °C selama 24 jam) hingga dihaluskan dengan grinder dan diayak (60 mesh). Analisis kandungan Fosfor, Kalium, Kalsium, dan Magnesium dan Sulfur total dilakukan dengan metode XRF series PAnalytical Epsilon 3, sedangkan Nitroten dengan metode Kjhedhal destruksi cara pengabuan basah (H₂SO₄) serta pengukuran dengan destilasi dilanjutkan titrasi dengan H₂SO₄ 0.050 N.

Analisis data

Data kadar hara berupa nitrogen N, P, K, Ca, Mg dan S daun ke-17 kelapa sawit dianalisis keragamannya antara umur 6 tahun dan 8 tahun Uji *Independen Samples T-Test*, dan uji normalitas Shapiro-Wilk Precedure dengan aplikasi SPSS 25.0. Selain itu data kriteria kecukupan hara kelapa sawit ditentukan pula merujuk kepada Fairhust and Mutert (1999).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Status Kecukupan Hara Tanaman Kelapa Sawit Umur 6 Tahun dan 8 Tahun

Data hasil analisis rata-rata kadar hara makro N, P, K, Ca, Mg dan S tanaman kelapa sawit umur 6 tahun dan 8 tahun diolah secara statistik dengan menggunakan Uji *Independent Sample T-test* yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Status Kecukupan Kadar Hara Makro Tanaman Kelapa Sawit Umur 6 Tahun dan 8 Tahun

Kadar Hara	Umur Tanaman	
	6 Tahun	8 Tahun
N (%)	2.417 _{(o)*}	1.471 _(d)
P (%)	1.212 _(t)	1.385 _(t)
K (%)	1.183 _(o)	0.253 _(d)
Ca (%)	0.681 _(o)	0.501 _(o)
Mg (%)	0.268 _(o)	0.182 _(d)
S(%)	0.710 _(t)	0.150 _(d)

*Keterangan: t (tinggi), o (optimum), d (defisiensi)

Berdasarkan Tabel 1 rerata kadar hara N pada tanaman umur 6 tahun sebesar 2.417% berada pada kategori optimum karena berada pada rentangan 2.40%-2.80%, hal ini diduga karena pemupukan yang dilakukan secara berperiode setiap enam bulan sekali tidak mendapati kekurangan hara N. Menurut hasil penelitian Wibianto dkk. 2023 membuktikan bahwa pemberian pupuk urea dengan dosis 3.5 kg/pohon/tahun diaplikasikan 2 kali dalam setahun pada tanaman kelapa sawit berumur 2-7 tahun tidak mendapati kekurangan unsur hara N. Sedangkan kadar nitrogen tanaman kelapa sawit umur 8 tahun sebesar 1.471% berada pada kategori defisiensi, hal ini diduga penyerapan N disebabkan oleh N dalam tanah dan N yang ditambahkan dalam bentuk pupuk masih relatif sedikit sehingga belum mampu menyuplai hara N ke jaringan tanaman (Afendy *et al.* 2024).

Kadar hara fosfor tanaman kelapa sawit pada umur 6 tahun dan 8 tahun menunjukkan kandungan unsur P sebesar 1,212% dan 1,385% berada dalam kategori tinggi. Hal ini dimungkinkan karena pemberian pupuk TSP setiap tahun meningkatkan P-tersedia dalam tanah, sehingga P tinggi di dalam tanah. Hal ini sejalan dengan pendapat Fauziah *et al.* (2025) menyatakan penyebab P daun tinggi dibandingkan dengan P-total tanah diduga karena dipengaruhi oleh serapan akar. Perakaran kelapa sawit yang jangkauanya luas maka terjadi kontak secara difusi antara akar tanaman dan P yang ada di dalam tanah menjadi lebih besar sehingga P maksimal diserap oleh tanaman (Jayadi *et al.* 2022).

Kandungan hara kalium tanaman kelapa sawit dengan umur berbeda menunjukkan kadar hara kalium tanaman kelapa sawit umur 6 tahun sebesar 1.183% berada pada kategori optimum. Hal ini diduga pemberian pupuk KCl sudah sesuai dengan kebutuhan tanaman, sehingga k diserap secara optimal. Menurut hasil penelitian (Viégas *et al.* 2019) menemukan konsentrasi K daun yang lebih tinggi ketika tanaman kelapa sawit menerima pasokan nutrisi lebih tinggi. Sedangkan umur 8 tahun, K termasuk defisiensi sebesar 0.253%. Hal ini dimungkinkan karena ketersediaan hara K tanah juga rendah sehingga kadar hara pada tanaman juga rendah (defisiensi) (Saputra *et al.* 2018). Selain itu, diamati bahwa konsentrasi K daun menurun seiring bertambahnya usia kelapa sawit, yang dapat dijelaskan dengan peningkatan ekspor nutrisi oleh tandan.

Kadar hara Ca tanaman kelapa sawit dengan umur 6 tahun dan 8 tahun menunjukkan kandungan unsur Ca berkisar antara 0.501% dan 0.681% termasuk pada kategori optimum. Kadar Ca di daun berada pada kategori optimum dalam kondisi di mana ketersediaan Ca^{2+} di tanah tercukupi, tanaman dapat menyerap Ca secara efektif, sehingga Ca di daun berada pada kondisi optimal (Ferrawaty *et al.* 2021). Begitu Ca berada di daun, Ca kurang bergerak karena perannya dalam pembentukan dinding sel dan keterlibatannya dalam pengaturan bukaan stomata, sehingga menyebabkan akumulasi Ca di daun (Viegas *et al.* 2024).

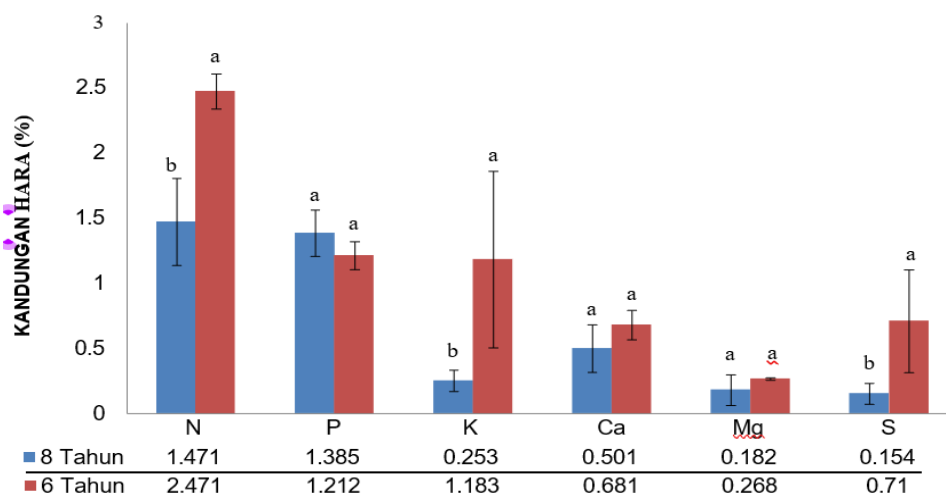
Kadar hara Mg pada daun tanaman kelapa sawit umur 6 tahun sebesar 0.268% lebih tinggi dari umur 8 tahun (0.182%) mengindikasikan sebagian jumlah Mg di tanaman 8 tahun ditranslokasikan ke bagian muda (daun baru) (Tang *et al.* 2022), sehingga daun yang lebih tua menunjukkan kadar Mg lebih rendah. Disamping itu kadar usia 8 tahun tanaman memasuki fase produksi yang lebih intensif sehingga kebutuhan Mg lebih tinggi. Jika tidak diimbangi dengan penambahan dosis Mg maka konsentrasinya akan lebih cepat menurun dibanding unsur Ca. Adanya kompetisi dengan kation lain seperti Ca^{2+} dapat menekan penyerapan Mg, sehingga tanaman lebih rentan mengalami defisiensi Mg. Unsur K, Ca dan Mg yang bersifat kompetisi pada kompleks pertukaran kation dalam tanah (Prabowo *et al.* 2023)

Kandungan hara S tanaman kelapa sawit umur 6 tahun sebesar 0.710% kondisi tinggi. Berdasarkan observasi lapangan kondisi lahan usia 6 tahun ini masih memiliki vegetasi penutup tanah dibanding usia 8 tahun. Dimana terdapat area yang lebih tinggi intensitas radiasi matahari yang masuk sehingga memungkinkan lebih efektifnya siklus bahan organik dilokasi ini sehingga mempercepat mineralisasi.

(Horneck *et al.* 2011) dan Vitti *et al.* (2018) menyatakan bahwa proporsi S tertinggi di dalam tanah terdapat dalam bahan organik, mencapai sekitar 95%. Sebaliknya kadar S tanaman umur 8 tahun lebih rendah (0.150%). Hal ini diduga oleh kurang adanya tanaman penutup tanah untuk mendukung konsentrasi S daun, karena sisa-sisa tanaman ini berkontribusi untuk meningkatkan konsentrasi bahan organik tanah dan dapat menyediakan S di dalam tanah (Matos *et al.* 2019).

Perbedaan Kadar Hara Tanaman Kelapa Sawit Umur 6 Tahun dan 8 Tahun

Data hasil analisis rerata kadar hara makro N, P, K, Ca, Mg dan S tanaman kelapa sawit umur 6 tahun dan 8 tahun diolah secara statistik dengan menggunakan Uji *Independent Sample T-Test* yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan: Histogram yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda signifikan menurut Uji *Independent Sample T-Test* taraf 5%.

Gambar 1. Perbedaan Kadar Hara Daun Ke-17 Tanaman Kelapa Sawit Umur 8 Tahun dan 6 Tahun

Berdasarkan Gambar 1. menunjukkan bahwa rerata kadar hara N tanaman kelapa sawit umur 6 tahun sebesar 2.417% berada pada kategori optimum, sedangkan rerata kadar hara N tanaman kelapa sawit umur 8 tahun sebesar 1.471% berada pada kategori defisiensi. Sesuai dengan hasil uji T (statistik) menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan rerata kadar hara N tanaman kelapa sawit di umur 6 tahun dan 8 tahun. Dapat terlihat pada nilai hasil T test menunjukkan nilai p sebesar $0.002 < 0.05$. Hal ini diduga kadar N umur 6 tahun optimum disebabkan dengan pemberian pupuk urea dan adanya tanaman LCC, dan ketersediaan N yang tercukupi, tanaman mampu menyerap N secara optimal. Diperkuat oleh Yama (2018) tanaman LCC mampu menambat N bebas di udara dengan membentuk bintil akar untuk meningkatkan suplai N dalam tanah agar mudah diserap oleh akar tanaman. Menurut Wibianto dkk. (2023) menyatakan bahwa tanaman kelapa sawit umur 4-7 tahun masuk fase pertumbuhan vegetatif yang aktif, membutuhkan hara N dalam jumlah cukup. Didukung oleh pernyataan Lubis *et al.* (2023) menyatakan bahwa tanaman memasuki fase vegetatif maksimum, kadar N dalam jumlah yang cukup meningkatkan proses fotosintesis dan menghasilkan fotosintat yang dialokasikan untuk pembentukan organ vegetatif seperti daun muda, pelepah baru, batang dan akar. Sedangkan kadar N tanaman kelapa sawit umur 8 tahun kategori defisiensi dapat terjadi karena pelepah yang belum terdekomposisi dan berkurang tumbuhnya LCC akibatnya ketersediaan N di dalam tanah berkurang. Pelepah kelapa sawit sulit terurai dengan baik dalam waktu yang lama, sehingga kurang optimal menyediakan N langsung bagi tanaman (Rahutomo *et al.* 2018). Selain itu, berdasarkan hasil penelitian Nurhermawati dkk. (2023) bahwa kadar hara N rendah di daun karena tanaman sudah memasuki fase generatif maksimal, sehingga N ditranslokasikan ke bagian generatif terutama untuk pembentukan bunga dan buah muda buah.

Berdasarkan Gambar 1. menunjukkan bahwa rerata kadar hara P pada tanaman umur 6 tahun dan 8 tahun sebesar 1.212% dan 1.385% pada kategori tinggi. Sesuai dengan hasil uji T (statistik) menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan rerata kadar hara P tanaman kelapa sawit di umur 6 tahun dan 8 tahun. Dapat terlihat pada nilai hasil T test menunjukkan nilai p sebesar $0.148 > 0.05$. Hal ini disebabkan P bersifat *immobile* dalam tanah sehingga tidak mudah tercuci, dan cenderung terakumulasi di zona perakaran

bila pemupukan dilakukan terus menerus tidak sesuai kebutuhan tanaman (Faizin *et al.* 2015). Akumulasi P meningkatkan P-tersedia dalam tanah dan serapan berlebih oleh tanaman, sehingga kadar P daun menjadi tinggi (Syafii *et al.* 2024). Pada umur 6 tahun, tingginya kadar P juga mencerminkan tingginya kebutuhan fisiologis tanaman terhadap P untuk mendukung pertumbuhan akar selama fase vegetatif aktif. P mendukung pembelahan dan pemanjangan sel di meristem akar melalui pembentukan ATP sebagai sumber energi (Ginting *et al.* 2020). Akar yang tumbuh aktif meningkatkan penyerapan air dan unsur hara lainnya (Ginting, *et al.* 2021). Hal ini memperlancar metabolisme tanaman termasuk proses fotosintesis, hasil fotosintesis (fotosintat) dari daun dewasa akan ditranslokasikan ke organ-organ vegetatif (seperti batang, daun muda dan akar), karena pada fase ini tanaman belum dominan mengalokasikan unsur hara P ke buah/biji (Laksono dan Karyono, 2017). Namun pada umur 8 tahun, kadar P tetap tinggi di daun meskipun tanaman sudah masuk fase generatif karena gangguan translokasi akibat defisiensi Mg (Viegas *et al.* 2021). Mg diperlukan untuk aktivasi ATP dalam proses fosforilasi dengan defisiensi Mg, ATP tidak aktif dan energi untuk translokasi P menjadi terbatas sehingga P tidak dapat dipindahkan secara optimal ke buah atau biji (Harris *et al.* 2018).

Berdasarkan Gambar 1. menunjukkan bahwa rerata kadar hara K tanaman kelapa sawit umur 6 tahun sebesar 1,183% pada kategori optimum, sedangkan rerata kadar hara K tanaman kelapa sawit umur 8 tahun sebesar 0,253% pada kategori defisiensi. Sesuai dengan hasil uji T (statistik) menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan rerata kadar hara K tanaman kelapa sawit di umur 6 tahun dan 8 tahun. Dapat terlihat pada nilai hasil *T test* menunjukkan nilai p sebesar $0,034 < 0,05$. Pada tanaman kelapa sawit umur 6 tahun, kadar K berada pada kategori optimum. Hal ini diduga pemberian pupuk K yang tepat baik dari segi dosis dan aplikasi, sehingga meningkatkan kandungan k-tersedia dapat diserap oleh akar tanaman dan kandungan N yang cukup pada tanaman juga dapat membantu penyerapan kation-kation termasuk kalium (Mohidin *et al.* 2015). K berperan mengaktifkan enzim serta mengatur membuka menutupnya stomata dalam metabolisme tanaman (Sanjaya *et al.* 2017). Apabila stomata diatur dengan baik serta enzim bekerja secara aktif maka proses penyerapan CO_2 menjadi lebih efisien, sehingga meningkatkan fotosintesis dan menghasilkan fotosintat yang ditranslokasikan dari daun ke bagian yang sedang aktif tumbuh, yaitu meristem apikal (ujung pucuk tanaman atau akar) akan berdiferensiasi (berkembang) menjadi organ-organ vegetatif (Xu *et al.*, 2020). Namun, tanaman umur 8 tahun kadar K berada pada kategori defisiensi. Hal ini diduga disebabkan bahan induk aluvium yang banyak bertekstur pasir hingga lempung berpasir, dengan kandungan liat rendah, fraksi pasir tidak dapat menahan K^+ karena rendah atau tidak memiliki KTK sehingga K^+ di tanah berpasir mudah tercuci oleh air hujan atau irigasi (Gayo *et al.* 2022). Pada umur 8 tahun, kelapa sawit berada pada produksi maksimal, sehingga kebutuhan K meningkat untuk pembentukan buah dan biji (Saputra *et al.* 2018). Kadar K yang rendah di daun disebabkan karena K dialokasikan ke tandan buah, K dibutuhkan sangat tinggi untuk pengisian buah, sehingga tanaman mengambil K dari daun dan terjadilah defisiensi (Ney *et al.* 2020).

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa rerata kadar hara Ca pada tanaman umur 6 tahun dan 8 tahun berkisar antara 0,501% dan 0,681% pada kategori optimum. Sesuai dengan hasil uji T (statistik) menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan rerata kadar hara Ca tanaman kelapa sawit di umur 6 tahun dan 8 tahun. Dapat terlihat pada nilai hasil *T test* menunjukkan nilai p sebesar $0,144 > 0,05$. Kadar hara Ca pada tanaman umur 6 tahun dan 8 tahun berada pada kategori optimum. Hal ini diduga pemberian kapur dolomit, dapat meningkatkan pH, suplai hara Ca^{2+} dan Mg^{2+} dapat menggeser kedudukan H^+ dipermukaan koloid tanah, sehingga unsur hara semakin tersedia dan mudah diserap oleh tanaman (Amri *et al.* 2018). Menurut pernyataan dari Musa dkk. (2024) muatan positif ion Ca dapat terikat pada koloid tanah sehingga dikategorikan tersedia bagi tanaman. Kadar Ca tanaman kelapa sawit umur 6 dan 8 tahun berada optimum, meskipun kedua umur sudah berbeda fase pertumbuhan. Pada umur 6 tahun, tanaman kelapa sawit berada pada vegetatif aktif, dimana Ca dibutuhkan dalam jumlah cukup untuk membentuk dan memperkuat jaringan struktural yaitu batang tanaman serta Ca diperlukan untuk pembelahan sel aktif di ujung akar, yang sangat penting untuk pertumbuhan akar yang sehat dan efisien dalam penyerapan air dan nutrisi (Siregar 2021). Ca sebagian besar dipindahkan melalui xilem bersama dengan aliran transpirasi menuju organ tanaman terutama daun muda atau jaringan meristem (Ghosh *et al.* 2022). Ca cenderung menetap atau kurang bergerak, karena terikat langsung dalam pembentukan dan penguatan dinding sel, terutama melalui pembentukan senyawa kalsium pektat di lamella tengah (Viégas *et al.* 2024). Sedangkan pada umur 8 tahun, meskipun tanaman telah memasuki fase generatif (produksi), kadar Ca dalam daun masih tergolong optimum. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun kebutuhan hara lebih kompleks (karena dialokasikan ke buah dan bunga, Ca tetap terdistribusi secara stabil ke jaringan daun, sesuai dengan Ca bersifat *immobile* (sulit berpidah dari jaringan daun) (Behera *et al.* 2016).

Berdasarkan Gambar 1. menunjukkan bahwa rerata kadar hara Mg pada tanaman umur 6 tahun sebesar 0.268% pada kategori optimum, sedangkan umur 8 tahun sebesar 0.182% dalam kategori defisiensi. Sesuai dengan hasil uji T (statistik) menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan rerata kadar hara

Ca tanaman kelapa sawit di umur 6 tahun dan 8 tahun. Dapat terlihat pada nilai hasil *T test* menunjukkan nilai p sebesar $0.192 > 0.05$. Pada umur tanaman 6 tahun kadar Mg berada pada kategori optimum. Kandungan Mg daun meningkat terjadi karena pemberian dolomit akan meningkatkan hara Mg dan Ca didalam tanah. Hal ini juga didukung oleh Mulyani dkk. (2022) yang menyatakan bahwa penyerapan Mg oleh tanaman meningkat dengan meningkatnya pH dan mencapai titik optimum pada pH mendekati 5,5 dengan penggunaan kapur dolomit dapat mengatasi defisiensi Mg. Pada umur 6 tahun, tanaman masih dalam fase pertumbuhan aktif, kebutuhan Mg berfokus untuk aktivitas fotosintesis dan pembentukan klorofil dan bertindak sebagai aktivator enzim dalam fotosintesis (Viégas *et al.* 2022). Baru awal generatif, Mg belum banyak dialokasikan ke buah, sehingga lebih berfokus untuk mendukung pembentukan klorofil dan mendukung metabolisme energi (Siang *et al.* 2022). Sedangkan pada umur tanaman 8 tahun kadar Mg berada pada kategori defisiensi. Kandungan Mg rendah karena tanah memiliki kandungan liat yang tinggi, menyebabkan Mg terikat di partikel tanah, meskipun diberi dolomit, Mg tetap sulit diserap akar (Miller 2014). Pada umur 8 tahun, berada fase produksi buah puncak. Karena Mg bersifat *mobile* dapat bergerak melalui floem, saat buah atau biji membutuhkan Mg, tanaman akan mengalihkan Mg dari daun ke buah/biji untuk aktivitas metabolisme, sintesis minyak dan pertumbuhan buah (Viégas *et al.* 2024). Kadar hara Mg bersifat *mobile* di tanaman, sehingga kadar Mg di daun turun karena banyak Mg dialihkan ke buah (Siang *et al.* 2022).

Berdasarkan Gambar 1. menunjukkan bahwa rerata kadar hara S tanaman kelapa sawit umur 6 tahun sebesar 0,710%, sedangkan rerata kadar hara S tanaman kelapa sawit umur 8 tahun sebesar 0.150%. Sesuai dengan hasil uji *T* (statistik) menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan rerata kadar hara S tanaman kelapa sawit di umur 6 tahun dan 8 tahun. Dapat terlihat pada nilai hasil *T test* menunjukkan nilai p sebesar $0.030 < 0.05$. Kadar hara S pada tanaman umur 6 tahun pada kategori tinggi. Sedangkan umur 8 tahun kadar S rendah, hal ini diduga kadar S sudah berbeda fase pertumbuhan. Pada umur 6 tahun, S di daun tinggi, hal ini diduga ketersediaan sulfur didalam tanah rendah tetapi sulfur jaringan daun berlebih. Hal ini terjadi karena adanya aktivitas akar dan mikroorganisme tanah yang didukung oleh ketersediaan N sehingga dapat mempercepat proses mineralisasi bahan organik, sehingga sulfur yang tersimpan dalam bahan organik dilepaskan ke dalam bentuk tersedia SO_4^{2-} yang mudah diserap oleh akar tanaman (Horneck *et al.* 2011). Tanaman juga dapat menyerap S dalam bentuk gas SO_2 (sulfur dioksida) melalui daun, terutama stomata (Yang *et al.* 2006). Pada umur 6 tahun berada pada fase vegetatif aktif, dibutuhkan S dalam jumlah tinggi untuk mendukung pertumbuhan dan pembentukan daun baru untuk aktivitas fotosintesis aktif dan awal pembentukan dan pengisian buah. Sedangkan pada umur 8 tahun, kadar S tanaman berada kategori defisiensi. Hal ini disebabkan karena tanah rendah tersedia S, akibat S diambil terus-menerus oleh tanaman dan kurangnya pemberian pupuk S atau lambatnya dekomposisi bahan organik penyumbang S akibat tajuk daun sudah rapat, sehingga S yang diserap lebih sedikit dan kadar S di daun menurun. Umur 8 tahun, tanaman masuk pada fase produksi penuh, tanaman besar mengalokasikan S ke buah di fase produksi tinggi. Buah kelapa sawit mengandung S cukup tinggi, terutama saat pengisian buah dan peningkatan rendemen minyak (37 g/ tanaman) (Viégas *et al.* 2023). Penyerapan SO_4 meningkat dalam buah kelapa sawit seiring dengan bertambahnya umur tanaman dimana pada umur 6 tahun sekitar 9 g/kg dan meningkat pada umur 8 tahun sekitar 21 g/kg atau variasi persentase antara 65.3%- 96.1% yang terakumulasi dalam buah kelapa sawit. Menurut (Sabir *et al.* 2015) bahwa S sangat penting bagi tanaman minyak, karena berhubungan dengan pembentukan organ untuk penyimpanan asam lemak dan biosintesis minyak. Oleh karena itu, peningkatan produksi buah terkait langsung dengan peningkatan ekspor S.

KESIMPULAN

Tanaman kelapa sawit umur 6 tahun memiliki status hara daun N, K, Ca, dan Mg pada kisaran optimum serta P dan S tinggi, sedangkan pada umur 8 tahun terjadi penurunan status hara dimana N, K, Mg, dan S berada pada kondisi defisiensi, Ca tetap optimum, dan P tetap tinggi. Perbedaan nyata terjadi pada kandungan N, K, dan S antara kedua umur tanaman. Pola ini menunjukkan meningkatnya kebutuhan dan ekspor hara pada fase produksi lebih tinggi sehingga konsentrasi hara daun menurun pada tanaman berumur lebih tua.

DAFTAR PUSTAKA

- Afendy, F, I, Hayati, R, dan Widiarso, B 2024, 'Status Kesuburan Tanah Inceptisol Pada Perkebunan Kelapa Sawit Pt. Dinamika Multi Prakarsa Di Kecamatan Semitau Kabupaten Kapuas Hulu', *Jurnal Sains Pertanian Equator*, vol. 13, no. 2, hlm. 724-736.
- Afifuddin, Hariyadi, dan S 2023, 'Manajemen Pemupukan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada Tanaman Menghasilkan di Kebun Petapahan, Kampar, Riau Fertilization', *Buletin Agrohorti*, vol. 11, no. 1, hlm. 51-58.

- Amri, A, I, Armaini, A, dan Amindo Purba, M, R 2018, 'Aplikasi Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Dolomit pada Medium Sub Soil Inceptisol Terhadap Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Pembibitan Utama', *Jurnal Agroteknologi*, vol. 8, no.2, hlm. 1-8.
- Ari Susandy Sanjaya, Juniar Arya Prajaka, Nur Aini dan T, H, S 2017, 'Penentuan Kadar Kalium Dalam Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit Daerah Tepian Langsung Kutai Timur Dengan Metode Ekstraksi', *Jurnal Integrasi Proses*, vol. 6, no. 4, hlm. 7–12.
- Artisa Ainun, Hilwa Walida, Badrul Ainy Dalimunthe, K, R 2021, 'Status Hara Serapan Kalium pada Tanaman Kelapa Sawit di Desa Perlamban Kecamatan Kampung Rakyat Kabupaten Labuhan Batu Selatan', *Zira'ah*, vol. 46, no. 2, hlm. 193–198.
- Ayu Ara Putri Gayo, Zainabun Zainabun dan T, A 2022, 'Karakterisasi Morfologi dan Klasifikasi Tanah Aluvial menurut Sistem Soil Taxonomy di Kabupaten Aceh Besar', *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, vol. 7, no. 3, hlm. 503–508.
- Badan Pusat Statistik, 2022, *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2022*, diunduh 24 Oktober 2024, <<https://www.bps.go.id/id/publication/2023/11/30/160f211bfc4f91e1b77974e1/statistik-kelapa-sawit-indonesia-2022.html>>.
- Bayu Saputra, Denah Suswati, dan R. H 2018, 'Kadar Hara Npk Tanaman Kelapa Sawit Pada Berbagai Tingkat Kematangan Gambut Peniti Sungai Purun Kabupaten Mempawah', *Jurnal Perkebunan Dan Lahan Tropika*, vol. 8, no. 1, hlm. 34–39.
- Behera, S. K, Rao, B, N, Suresh, K, and Manoja, K 2016, 'Soil Nutrient Status and Leaf Nutrient Norms in Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Plantations Grown on Southern Plateau of India', *Proceedings of the National Academy of Sciences India Section B - Biological Sciences*, vol. 86, no. 3, hlm. 691–697.
- Eko Noviandi Ginting, Suroso Rahutomo, Rana Farrasati, and I. P 2021, 'Distribution of Macronutrients (N, P, K, Mg) from Single-Nutrient and Compound Fertilizers Application in Oil Palm Seedlings (*Elaeis guineensis* Jacq.)', *Agricultural Sciences*, vol. 6, no.1, hlm. 10–19.
- Fauziah, F, Sulakhudin, S, dan Manurung, R 2025, 'Status Unsur Hara Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Belum Menghasilkan Pada Tanah Ultisol Di Desa Semuntai, Kecamatan Mukok, Kabupaten Sanggau', *Jurnal Sains Pertanian Equator*, vol. 14, no. 2, hlm. 489–497.
- Ferrawaty, 2021, 'Validasi Metode Uji Penetapan Kalsium (Ca) dalam Sampel Tanaman menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom di Balai Pengkajian dan Teknologi Pertanian Yogyakarta', *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Ghosh, S, Bheri, M, Bisht, D, and Pandey, G, K 2022, 'Calcium Signaling and Transport Machinery: Potential For Development of Stress Tolerance in Plants', *Current Plant Biology*, vol. 29, no. 1, hlm. 1-17.
- Ginting, EN, Pradiko, I, Farrasati, R, dan Rahutomo, S 2020, 'Pengaruh Rock Phosphate dan Dolomit terhadap Distribusi Perakaran Tanaman Kelapa Sawit pada Tanah Ultisols', *Jurnal Agrikultura*, vol. 31, no. 1, hlm. 32–41.
- Harris, K, D, T, V, and S, P 2018, 'Effect of Foliar Application of Boron and Magnesium on Growth and Yield of Green Chilli (*Capsicum annum* L.)', *Agrieast*, vol. 12, no. 1, hlm. 26–33.
- Horneck, D, A, Sullivan, D, M, Owen, J, S, and Hart, J, M 2011, *Soil Test Interpretation Guide*, Oregon State University, United States, pp. 1-12.
- Jayadi, M, Juita, N, dan Wulansari, H 2022, 'Analisis Fosfor Tanah pada Lahan Sawah Irigasi dan Sawah Tadah Hujan di Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang', *Jurnal Ecosolum*, vol.11, no. 2, hlm. 191–207.
- Jenkins, J. (2023). *Commodity Intelligence Report*. <https://ipad.fas.usda.gov/highlights/2023/05/NorthwestAfrica/index.pdf>
- Karyono, T dan Laksono, J 2017, 'Pemberian Pupuk Fosfat dan Fungi Mikoriza Arbuskular terhadap Pertumbuhan Tanaman Legum Pohon (*Indigofera zollingeriana*)', *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, vol. 12, no. 2, hlm. 165–170.
- Lubis, EJ, Abdul Rauf, and S 2023, 'Effectiveness of Fertilization Techniques on Growth Two Varieties of Palm Oil Seeds (*Elaeis guineensis* Jacq.) In Main Nursery', *Journal Of Social Research*, vol. 2, no. 8, hlm. 2759–2772.
- Matos, G, SB de, Rodrigues, GR, Gama, MAP, Galvão, J, R 2019, 'Compositional Nutrient Diagnosis in Two Oil Palm Genetic Materials', *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, vol. 10, no.6, hlm. 1–5.
- Miller, A. J, and Centre, J, I 2016, *Plant Mineral Nutrition*. ElsPublishing, pp. 1- 6.
- Mirande-ney, C, Tcherkez, G, Balliau, T, Zivy, M, Gilard, F, Cui, J, Ghashghaei, J, and Lamade, E 2020, 'Metabolic Leaf Responses to Potassium Availability in Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Trees Grown in the Field', *Environmental and Experimental Botany*, vol. 175 no.33, 493–507.
- Mohidin, H, Sarawak, C, Samarahan, K, Hanafi, M, M, Nor, S, Abdullah, A, Seman, I A, Palm, M, and Board,

- O 2015, 'Determination of Optimum Levels of Nitrogen, Phosphorus and Potassium of Oil Palm Seedlings in Solution Culture', *Bragantia*, vol. 74, no.3, hlm. 247-254.
- Muhammad Sabir, Mohamed M, Hanafi, and K, R, H 2015, 'Sulfur Nutrition of Oil Palm for Enhancing Oil Yield in Tropics', *Crop Production and Global Environmental Issues*, Malaysia, pp. 369-368.
- Mulyani, S, Z, Siti dan Sulhaswardi 2022). 'Diagnosis Sifat Kimia Tanah dan Serapan Hara pada Tanaman Nenas yang Dibudidayakan pada Tanah Gambut di Desa Kualu Nenas', *Jurnal Ecosolum*, vol. 11, no. 1, hlm. 14-28.
- Musa, WJA, Bialangi, N, Giu, F, Isa, I., Mohamad, E, dan Kunusa, W, R 2024, 'Analisis Kandungan Unsur Kalsium dan Kalium serta Pembuatan Pupuk Organik dari Sedimen Danau Limboto', *Jambura Journal of Chemistry*, vol. 6, no.1, hlm. 46-56.
- Nazari, Y, A 2020, 'Kondisi Status Hara Tanah Dan Jaringan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Bpsbp Kalimantan Selatan', *Zira'ah*, vol. 45, no. 3, hlm. 274-284.
- Nur Faizin, M. Mardhiansyah, dan D, Y 2015, 'Respon Pemberian Beberapa Dosis Pupuk Fosfor Terhadap Pertumbuhan Semai Akasia (*Acacia mangium* wild.)', *JOM Faperta*, vol. 2, no.2, hlm. 1-9.
- Nurhermawati, R, dan Supena, N 2023, 'Partisi asimilat pada buah kelapa sawit dan kaitannya dengan kapasitas Source and sink', *Warta PPKS*, vol. 28, no. 3, hlm.132-145.
- Prabowo, N.E., Foster, H.L. & Nelson, P.N 2023. Potassium and magnesium uptake and fertiliser use efficiency by oil palm at contrasting sites in Sumatra, Indonesia. *Nutr Cycl Agroecosyst* **126**, 263-278 <https://doi.org/10.1007/s10705-023-10289-7>
- Putra, PD, dan Firmansyah, E 2019, 'Program Pakar untuk Defisiensi Kelapa Sawit', *Jurnal Agroteknologi*, vol.3, no. 1, hlm. 11-17.
- Ramadani, F, Walida, H, dan Dalimunthe, B, A 2023, 'Status Hara Serapan Nitrogen Pada Kelapa Sawit Tanaman Menghasilkan (Studi Kasus di Kebun Rakyat Desa Perlamban Kecamatan Kampung Rakyat Kabupaten Labuhan Batu Selatan)', *Jurnal Mahasiswa Agrotek*, vol. 4, no. 2, hlm. 74-80.
- Ren-Jie Tang, Yang Yang, Yu-Wei Yan, Dan-Dan Mao, Hong-Mei Yuan, Chao Wang, Fu-Geng Zhao, Sheng Luan 2022. Two transporters mobilize magnesium from vacuolar stores to enable plant acclimation to magnesium deficiency, *Plant Physiology*, Vol. 190, no. 2, hlm. 1307-1320.
- Riskar, M, dan A, S 2024, 'Perbedaan Jenis Tanah dan Umur Tanaman Terhadap Produksi Tandan Buah Segar Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq)', *Jurnal Agrifarm*, vol. 13, no.1, hlm. 10-14.
- Rahutomo, SEN, Ginting, MS, dan M, A, Y 2018, 'Biomassa dan Kandungan N pada Pelepah Tunasan Kelapa Sawit Selama Satu Siklus Tanam', *Warta PPKS*, vol. 23, no. 2, hlm. 47-53.
- Sembiring, WK, Santosa, E,D,I, dan Sukoco, H 2024, 'Penentuan Status Hara Daun pada Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat', *Jurnal Agroteknologi Tropika Lembab*, vol. 6, no. 2, hlm. 11-17.
- Siang, CS, Aishah, S, Wahid, A, Teh, C, and Sung, B 2022, 'Standing-Biomass-Dry-Matter-Product, And Nutrient Demand of Tenera Oil Palm', *Agronomy*, vol. 12, no. 2, hlm. 1-18.
- Siregar, RM 2021, 'Nutrient Calcium (Ca^{2+}) Analysis of Oil Palm (*Elaeis guineensis*) Leaves in North Sumatera Area by Spectrophotometry Penentuan Unsur Hara Calsium (Ca^{2+}) pada Daun Kelapa Sawit di Wilayah Sumatera Utara Secara Spectrofotometer', *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, vol. 7, no.1, hlm. 248-252.
- Sundari, R, dan Setiawan, A 2022, 'Effect of Competence, Discipline and Work Facilities on Employee Performance (Survey at PT. Perkebunan Nusantara V Sei Pagar Palm Oil', *Jurnal Riset Manajemen Indonesia*, vol. 4, no. 1, hlm. 82-91.
- Syafii, I, Rahayu, E, dan Himawan, A 2024, 'Pengaruh 3 Jenis Pupuk Organik dan Pupuk P terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit di Pre Nursery pada Tanah Masam (Latosol)', *Agroforetech*, vol. 2, no.1, hlm. 137-141.
- Viégas, I, de JM, dos Santos, LD, Costa, MG, de Oliveira Ferreira, EV, da Silva Barata, H, and Silva, DAS 2023, 'Production of Oil Palm Under Phosphorus, Potassium and Magnesium Fertilization', *Revista Ceres*, vol. 70, no.2, hlm. 112-123.
- Viégas, I, de JM, Dos Santos, LD, Costa, MG, Ferreira, EV, de O, Barata, H, da S, and Silva, DAS 2022, 'Leaf Concentration of Macronutrients in Oil Palm Plants Fertilized with Phosphorus, Potassium and Magnesium in the Eastern Amazon', *Bioscience Journal*, vol. 38, hlm. 1-14.
- Viégas, I, de JM, de Souza, A, E, S, Costa, MG, de Oliveira Ferreira, EV, do Nascimento, LG, Silva, DAS, and de Oliveira Neto, C. F 2024, 'Age-Related Changes in Magnesium Status Within Oil Palm Cultivation in Eastern Amazon', *International Journal of Agriculture and Biology*, vol. 31, no. 6, hlm. 437-446.
- Viegas, I J M, MN, Farias, E,VO. Ferreira, HS, Barata, H, E, O Conceicao, JR, Galvaa, and Silva, D, A, S 2021, 'Phosphorus in Oil Palm Cultivated in the Oriental Amazon', *Journal of Agricultural Studie*, vol. 9, no.3, hlm. 43-63.
- Viégas, I. de J, M, Pimentel, MJ de O, Galvão, JR, Silva, DAS, Ferreira, EV, de O, Silva Junior, ML, da, Yakuwa, TKM, and Lima, SK, dos S 2019, 'Adubação Mineral Na Fase Produtiva Da Palma Óleo

(*Elaeis guineenses* Jacq) Cultivado Na Região Amazônica', *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, vol. 10, no. 6, hlm. 274–286.

- Viégas, I, de J, M, Souza, L, C, de, Ferreira, E, V, de O, Costa, M, G, Nogueira, G, A, dos S, Nascimento, V, R, do, and Oliveira Neto, C, F, de 2024, 'Changes in Calcium Accumulation and Utilization Efficiency and Their Impact on Recycling, Immobilization, and Export Across the Oil Palm Cycle', *Oil Crop Science*, vol. 9, no. 3, hlm. 143–150.
- Vitti, G, C, Cicarone, F, Souza, M, S, and. Santos, L A 2018, *Plant Mineral Nutrition*, Brazilian Society Of Soil Science, hlm. 377-400.
- Wibianto, R, L, Hazriani, R, dan Manurung, R 2023, 'Serapan Hara Tanaman Kelapa Sawit di Lahan Gambut Desa Sijang Kabupaten Sambas', *Jurnal Sains Pertanian Equator*, vol. 12, no.4, hlm. 796-805.
- Xu, X., Du, X., Wang, F., Sha, J, Chen, Q, Tian, G., and Zhu, Z 2020, 'Effects of Potassium Levels on Plant Growth , Accumulation and Distribution of Carbon, and Nitrate Metabolism in Apple Dwarf Rootstock Seedlings', *Frontiers in Plant Science*, vol. 11, hlm. 1–13.
- Yama, D, I 2018, 'Analisis Pertumbuhan Pembibitan Pueraria javanica pada Komposisi Media Seresah dalam Ketiak Pelepah pada Batang Kelapa Sawit', *Jurnal Citra Widya Edukasi*, vol. X, no. 3, hlm. 199–206.
- Yang, L, Stulen I, and Kok, L, J, D 2006, 'Impact Of Sulfate Nutrition on The Utilization of Atmospheric SO₂ As Sulfur Source for Chinese Cabbage', *Journal Plant Nutrition and Soil Science*, vol. 169, no. 4, hlm. 529–534.

