

Optimalisasi Citra Termal dalam Pertanian Presisi untuk Deteksi Dini Masalah Kesehatan Bibit Kelapa Sawit

Optimization of Thermal Imaging in Precision Agriculture for Early Detection of Oil Palm Seedling Health Problems

Melidawati*, Imam Sofi'i, Wahyu K. Fauziah

Program Studi Mekanisasi Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung,
Jl. Soekarno Hatta No.10, Rajabasa Raya, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 35141

*Email: melidawati@polinela.ac.id

ABSTRACT

The palm oil industry plays a pivotal role in various sectors, including food and bioenergy. The success of oil palm cultivation relies heavily on the health of the plant's seedlings. Early detection of diseases and stress is crucial to prevent a decline in crop yields and financial losses. Infrared Thermography technology has been widely employed across various fields for non-destructive monitoring, including agriculture. This research focuses on optimizing the use of thermal imaging in precision agriculture to early detect health issues in oil palm seedlings. Thermal imaging enables the precise measurement of plant surface temperatures, facilitating the identification of plant health issues without the need for further visual intervention. This study has the potential to transform approaches to proactively monitoring and managing the health of oil palm plants. Infrared thermography technology is utilized to observe temperature distribution patterns in oil palm seedlings. The objective is to explore the correlation between thermal characteristics and potential health issues or symptoms in these seedlings. Samples used in the research involve Tenera variety oil palm seedlings aged between 5-9 months, a critical growth phase. The study employs the UNI-T UTi120 Mobile thermal camera capable of measuring temperatures ranging from -20°C to 400°C. Subsequently, thermal image processing is conducted to identify thermal characteristics that could serve as indicators of health issues in oil palm seedlings. Statistical analysis is then performed to test significant differences in thermal characteristics between healthy and unhealthy plant samples. The analysis results reveal significant temperature variations between healthy and unhealthy portions of the plant seedlings, with a significance value of 0,025. These findings can serve as a basis for identifying temperature changes as potential early indicators of health issues in oil palm seedlings. This provides a foundation for developing more effective precision agriculture approaches within the palm oil industry.

Keywords: Oil palm seedlings; plant health; precision agriculture; thermal imaging

ABSTRAK

Industri kelapa sawit memegang peranan kunci dalam sejumlah sektor, termasuk makanan dan bioenergi. Keberhasilan dalam pertanian kelapa sawit sangat bergantung pada kesehatan bibit tanaman tersebut. Deteksi dini penyakit dan stress menjadi hal yang sangat penting untuk menghindari penurunan hasil panen dan kerugian finansial. Teknologi Infrared Thermography telah digunakan secara luas dalam berbagai bidang untuk pemantauan nondestruktif, termasuk pertanian. Penelitian ini fokus pada optimalisasi penggunaan citra termal dalam pertanian presisi untuk mendeteksi dini masalah kesehatan pada bibit kelapa sawit. Citra termal memungkinkan pengukuran suhu permukaan tanaman dengan tingkat ketelitian tinggi, memfasilitasi identifikasi masalah kesehatan tanaman tanpa intervensi visual lebih lanjut. Penelitian ini memiliki potensi untuk mengubah pendekatan dalam pemantauan dan pengelolaan kesehatan tanaman kelapa sawit secara proaktif. Penelitian ini memanfaatkan teknologi infrared thermography untuk mengamati pola sebaran suhu pada bibit kelapa sawit. Tujuannya adalah untuk mengeksplorasi korelasi antara karakteristik termal dengan potensi masalah kesehatan atau gejala yang mungkin terjadi pada bibit tersebut. Sampel yang digunakan melibatkan bibit varietas Tenera dari tanaman kelapa sawit dalam rentang usia 5-9 bulan, yaitu ketika bibit memasuki fase pertumbuhan utama. Penelitian ini digunakan kamera termal, UNI-T UTi120 Mobile, yang mampu mengukur rentang suhu antara -20°C hingga 400°C. Selanjutnya, dilakukan pengolahan citra termal dari sampel bibit kelapa sawit untuk mengidentifikasi karakteristik termal yang berpotensi menjadi indikator masalah kesehatan. Kemudian dilakukan analisis statistik untuk menguji perbedaan signifikan antara karakteristik termal pada bibit tanaman yang sehat dan yang mengalami masalah kesehatan. Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dalam suhu antara bagian bibit tanaman yang sehat dan yang mengalami masalah kesehatan, dengan nilai signifikansi 0,025. Temuan ini dapat digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi perubahan suhu yang berpotensi menjadi indikator awal masalah kesehatan pada bibit kelapa sawit. Hal ini dapat menjadi landasan untuk pengembangan pendekatan pertanian presisi yang lebih efektif dalam industri kelapa sawit.

Kata Kunci: Bibit kelapa sawit; citra termal; kesehatan tanaman; pertanian presisi

PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit di Indonesia merupakan salah satu pilar utama dalam perdagangan minyak nabati global, dengan permintaan yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Kehadirannya sangat penting tidak hanya bagi ekonomi dunia, tetapi juga memiliki dampak sosial dan lingkungan yang signifikan. Namun, meskipun memiliki peran strategis, industri kelapa sawit menghadapi berbagai tantangan yang dapat mengancam produktivitas dan keberlanjutan sektor ini. Tantangan dalam kesehatan tanaman seperti penyakit, kekurangan air, dan stres lingkungan adalah ancaman nyata bagi pertanian kelapa sawit (Sipayung, 2023). Penyakit yang menyebar dengan cepat dapat merusak perkebunan kelapa sawit dalam skala besar, sementara kekurangan air dan stres lingkungan dapat menghambat pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Maryani, 2012). Oleh karena itu, diperlukan solusi inovatif dan cerdas untuk mengatasi tantangan ini, menjaga produktivitas yang tinggi, dan menjaga keberlanjutan sektor kelapa sawit.

Salah satu pendekatan yang saat ini dikembangkan adalah pertanian presisi yaitu konsep pertanian yang berbasis data dan teknologi untuk mengelola tanaman secara efisien dan berkelanjutan. Teknologi *infrared thermography* telah digunakan secara luas dalam berbagai bidang untuk pemantauan non destruktif, termasuk pertanian (Fauziah, 2021; Fauziah *et al.*, 2021). Dalam konteks ini, citra termal adalah alat dengan potensi besar untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas pertanian kelapa sawit. Citra termal memungkinkan pengukuran suhu tanaman secara real time dengan tingkat ketelitian tinggi tanpa perlu bersentuhan fisik dengan tanaman itu sendiri.

Keunggulan citra termal tidak hanya terletak pada kemampuannya untuk mengukur suhu, tetapi juga dalam kemampuannya untuk mendeteksi perubahan suhu yang tidak biasa. Ini merupakan indikator awal penting untuk mengidentifikasi masalah kesehatan pada tanaman. Seringkali, fluktuasi suhu yang tidak normal dapat mengindikasikan adanya penyakit atau stres lingkungan, yang jika tidak segera ditangani dapat berdampak negatif pada hasil tanaman (Alimin, 2022). Oleh karena itu, deteksi dini masalah kesehatan pada bibit kelapa sawit merupakan langkah penting dalam mengurangi dampak ekonomi penyakit ini.

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi potensi optimalisasi penggunaan citra termal dalam konteks pertanian presisi untuk mendeteksi dini masalah kesehatan pada bibit kelapa sawit. Hal ini memungkinkan petani untuk mendeteksi perubahan suhu yang tidak biasa, yang sering menjadi tanda awal masalah kesehatan pada tanaman. Dengan memanfaatkan teknologi ini secara optimal, diharapkan dapat menghadapi tantangan kesehatan tanaman dengan lebih efektif dan mendukung pertumbuhan industri kelapa sawit yang berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Politeknik Negeri Lampung selama periode April hingga November 2023.

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bibit kelapa sawit berusia 9 bulan. Alat yang dipakai yaitu kamera termal genggam UNI-T UTi120s, distance meter, serta buku dan alat tulis.

Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan data dilakukan pada bibit tanaman kelapa sawit varietas Tenera yang berusia 9 bulan. Citra termal bibit tanaman kelapa sawit diambil menggunakan kamera termal (UNI-T UTi120Mobile) dengan kemampuan mengukur rentang suhu antara -20°C hingga 400°C . Pada penelitian ini, citra yang diambil secara khusus difokuskan pada bagian kanopi tanaman. Proses pengambilan citra dilakukan dengan menjaga jarak satu meter antara bibit tanaman dan kamera, sehingga citra yang dihasilkan mencakup keseluruhan area tajuk bibit.

Citra hasil perekaman selanjutnya diolah untuk mendapatkan karakteristik termal berupa suhu. Dalam strategi optimalisasi citra termal dalam pertanian presisi untuk deteksi dini masalah kesehatan pada bibit tanaman kelapa sawit, pendekatan pemilihan titik secara acak memperhatikan respons termal tanaman terhadap masalah kesehatan dan lingkungan sekitarnya. Dengan memilih titik-titik secara acak, maka diperoleh hasil pengukuran sampel yang mewakili berbagai kondisi yang mungkin ada di antara tanaman. Langkah ini secara efektif mencerminkan variasi suhu yang ada, termasuk suhu pada bagian tanaman yang sehat dan yang mengalami masalah kesehatan. Pendekatan acak ini memastikan bahwa analisis tidak dipengaruhi oleh pilihan subjektif tertentu dan memastikan keterwakilan yang lebih akurat dari berbagai situasi yang mungkin terjadi.

Data karakteristik termal berupa suhu selanjutnya dikelompokkan ke dalam dua kelompok berbeda: satu untuk bagian tanaman yang sehat atau normal, dan satu untuk bagian tanaman yang mengalami masalah kesehatan. Analisis statistik digunakan menggunakan Uji *Mann-Whitney* dengan ketentuan:

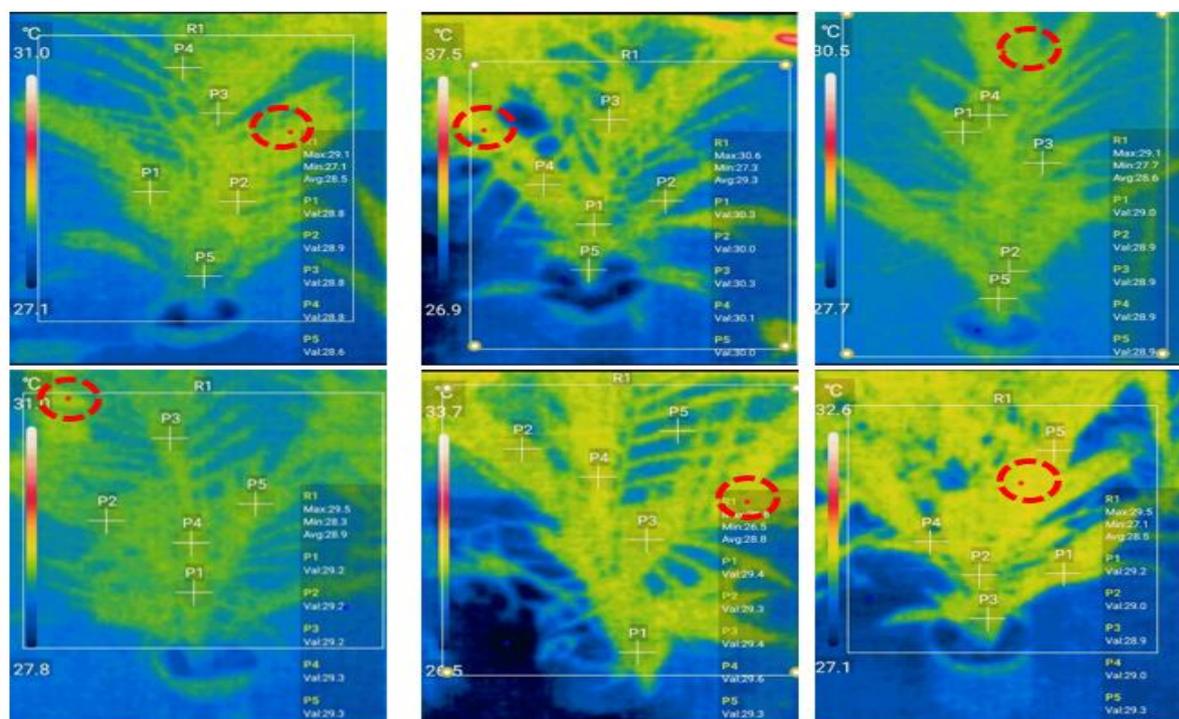
1) Hipotesis nol (H_0): Tidak ada perbedaan signifikan antara suhu kelompok tanaman normal dan suhu kelompok tanaman yang mengalami masalah kesehatan;

- 2) Hipotesis alternatif (H1): Terdapat perbedaan signifikan antara suhu kelompok tanaman normal dan suhu kelompok tanaman yang mengalami masalah kesehatan.

Uji *Mann-Whitney* akan menghasilkan nilai U-statistik (atau W-statistik) dan p-value; Jika p-value kurang dari tingkat signifikansi yang ditetapkan (biasanya 0,05), maka dapat disimpulkan ada bahwa hipotesis diterima. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa yang signifikan, maka dapat dikatakan bahwa ada pengaruh tanaman yang mengalami kerusakan terhadap nilai karakteristik termal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dilakukan pengambilan data pada bibit tanaman kelapa sawit varietas Tenera yang berusia 9 bulan. Citra termal bibit tanaman kelapa sawit diambil menggunakan kamera termal UNI-T UTi120 Mobile, dengan kemampuan mengukur rentang suhu antara -20°C hingga 400°C . Citra yang diambil difokuskan pada bagian kanopi tanaman. Citra termal yang diperoleh kemudian diproses menggunakan metode analisis objek atau pick area. Metode ini memungkinkan untuk mengidentifikasi dan memetakan bagian-bagian dalam citra yang memiliki suhu maksimum dan minimum (Gambar 1).



Gambar 1. Identifikasi dan pemetaan suhu dengan metode pick area pada citra termal

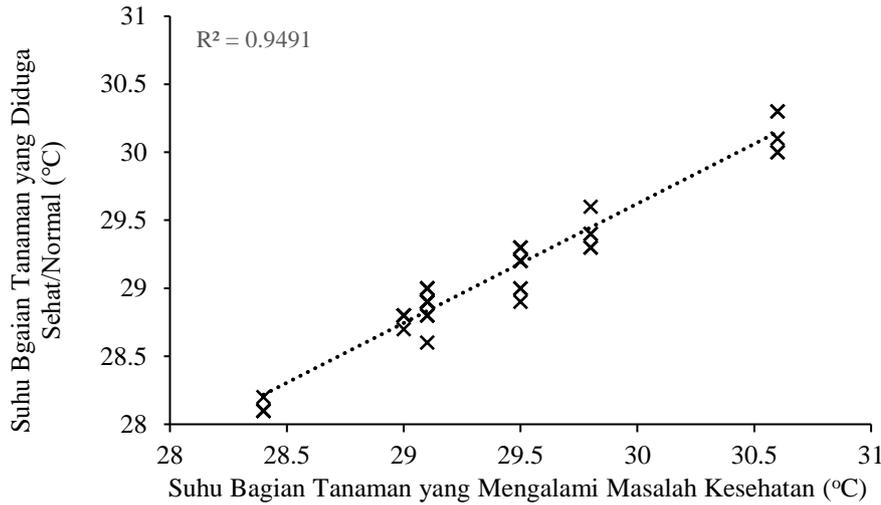
Setelah berhasil memetakan suhu dalam citra, selanjutnya secara acak dilakukan pemilihan bagian-bagian dari tanaman yang diduga dalam kondisi normal atau sehat. Pemilihan secara acak untuk memastikan bahwa sampel yang dianalisis mewakili berbagai kondisi yang mungkin terdapat pada bibit tanaman kelapa sawit, sehingga mendukung representasi yang akurat dalam analisis lebih lanjut terkait kondisi tanaman dan perubahan suhu yang mungkin menjadi indikator masalah kesehatan pada bibit kelapa sawit.

Hasil pengukuran suhu selanjutnya diplotkan dalam grafik untuk memberikan visualisasi yang jelas mengenai korelasi antara kedua kelompok bagian bibit tanaman kelapa sawit, yakni bagian yang secara visual terlihat sehat atau normal, dan bagian tanaman yang diduga mengalami masalah kesehatan (Gambar 2). Hal ini memungkinkan untuk dengan lebih rinci menganalisis pola suhu di dalam bibit tanaman dan mengidentifikasi perbedaan signifikan antara kedua kelompok tersebut dalam konteks deteksi masalah kesehatan.

Dalam penelitian ini, digunakan analisis termal untuk menyelidiki hubungan antara suhu pada bagian bibit tanaman kelapa sawit yang secara visual terlihat sehat dan bagian yang diduga mengalami masalah kesehatan. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara suhu pada kedua kelompok tersebut, dengan nilai *R-squared* (R^2) sebesar 0,9491. Nilai *R-squared* yang mendekati 1 mengindikasikan bahwa model regresi sangat cocok dengan data, dan variabel suhu pada kedua kelompok tanaman sangat berkorelasi (Mouazen *et al.*, 2005).

Masalah kesehatan yang muncul pada tanaman memiliki potensi untuk menimbulkan peningkatan suhu dalam tanaman itu sendiri. Hal ini terkait erat dengan respons biokimia dan fisiologis yang terjadi dalam tanaman ketika menghadapi masalah kesehatan (Savitri *et al.*, 2015). Penyebab masalah kesehatan pada tanaman dapat bervariasi, seperti

kekurangan atau kelebihan nutrisi, kegagalan metabolisme, faktor genetik, atau infeksi oleh patogen seperti virus, bakteri, dan fungi (Asra *et al.*, 2020; Megavitry *et al.*, 2023). Ketika tanaman terinfeksi oleh patogen, seperti bakteri atau virus, atau mengalami stres yang disebabkan oleh faktor lingkungan, mereka seringkali mengaktifkan respons pertahanan yang kompleks (Mastuti, 2016).



Gambar 2. Korelasi suhu antara bagian tanaman yang sehat dan yang diduga sakit pada bibit kelapa sawit

Respons pertahanan ini bisa melibatkan peningkatan produksi senyawa kimia tertentu atau perubahan dalam metabolisme tanaman. Akibatnya, terjadi perubahan suhu dalam tanaman tersebut. Peningkatan suhu ini dapat disebabkan oleh peningkatan aktivitas enzim dalam tanaman yang bekerja pada suhu tertentu, atau oleh perubahan dalam aliran sirkulasi air atau nutrisi dalam tanaman. Selain itu, masalah kesehatan tanaman juga dapat menyebabkan penurunan efisiensi fotosintesis, yang menghasilkan panas sebagai produk sampingan. Oleh karena itu, ketika tanaman mengalami masalah kesehatan, peningkatan suhu dalam tanaman dapat menjadi salah satu gejala atau dampak yang dapat diukur (Savitri *et al.*, 2015).

Untuk menguji signifikansi perbedaan suhu antara bagian bibit tanaman yang normal dan bagian yang diduga mengalami masalah kesehatan, selanjutnya dilakukan uji statistik menggunakan perangkat lunak SPSS. Uji statistik yang digunakan adalah uji *Mann-Whitney*, yang diaplikasikan dengan hipotesis sebagai berikut: Hipotesis Nol (H0): Tidak ada perbedaan signifikan dalam suhu antara kelompok tanaman yang normal dan kelompok yang diduga mengalami masalah kesehatan; Hipotesis Alternatif (H1): Terdapat perbedaan signifikan dalam suhu antara kelompok tanaman yang normal dan kelompok yang diduga mengalami masalah kesehatan.

Nilai signifikansi yang ditemukan dalam uji statistik adalah 0,001 (Tabel 1), yang lebih rendah dari tingkat signifikansi yang umumnya digunakan (biasanya 0,05). Ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan dalam suhu antara kelompok bibit tanaman yang normal dan kelompok bibit tanaman yang diduga mengalami masalah kesehatan.

Tabel 1. Hasil uji statistik *Mann-Whitney* untuk perbedaan suhu antara kelompok bibit tanaman normal dan kelompok bibit tanaman yang diduga mengalami masalah kesehatan

Test Statistics ^a	
	suhu
Mann-Whitney U	618.000
Wilcoxon W	1653.000
Z	-3.200
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001

Hasil yang diperoleh secara kuat mendukung hipotesis alternatif (H1) yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam suhu antara kedua kelompok bibit tanaman. Oleh karena itu, kesimpulan yang dapat ditarik adalah bahwa perbedaan suhu yang diamati antara kedua kelompok bukanlah hasil kebetulan semata, melainkan memiliki relevansi yang signifikan dalam konteks penelitian ini.

Temuan ini menunjukkan bahwa perubahan suhu dapat dijadikan indikator awal untuk mendeteksi masalah kesehatan pada bibit kelapa sawit. Oleh karena itu, penerapan teknologi citra termal dan analisis suhu memiliki potensi besar untuk memberikan kontribusi penting dalam pemantauan dan manajemen kesehatan tanaman kelapa sawit secara proaktif dan efektif, khususnya dalam konteks pertanian presisi.

Perubahan suhu yang tidak biasa atau fluktuasi suhu yang ekstrem, seperti yang diamati dalam penelitian ini, dapat dijadikan petunjuk awal untuk mengidentifikasi masalah kesehatan pada tanaman. Pemahaman mendalam tentang hubungan antara masalah kesehatan tanaman dan perubahan suhu dalam tanaman adalah hal yang sangat penting dalam upaya pemantauan dan manajemen yang efektif. Dengan mendeteksi peningkatan suhu yang terkait dengan masalah kesehatan pada tahap awal, tindakan pengendalian atau perawatan yang tepat dapat diambil untuk mengatasi masalah tersebut sebelum merambat lebih jauh dan berdampak negatif pada pertumbuhan dan produktivitas tanaman secara keseluruhan. Hasil penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam memperdalam pemahaman tentang korelasi antara suhu dan kesehatan tanaman kelapa sawit dalam konteks pertanian presisi, yang pada akhirnya dapat mendukung praktik pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penggunaan citra termal dalam pertanian presisi memiliki potensi untuk mendeteksi dini masalah kesehatan pada bibit kelapa sawit. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam suhu antara bagian bibit tanaman yang normal dan yang diduga mengalami masalah kesehatan. Perubahan suhu yang tidak biasa atau fluktuasi suhu yang ekstrem dapat dijadikan indikator awal untuk mengidentifikasi masalah kesehatan pada tanaman.

Dengan memanfaatkan teknologi citra termal dan analisis suhu dengan lebih baik, petani dapat memantau kesehatan tanaman kelapa sawit secara proaktif dan mengambil tindakan yang tepat untuk mengatasi masalah kesehatan sebelum merambat lebih jauh. Hal ini dapat berkontribusi pada peningkatan produktivitas dan keberlanjutan sektor kelapa sawit.

Penelitian ini merupakan langkah awal dalam pengembangan pendekatan pertanian presisi yang lebih efektif dalam industri kelapa sawit. Dengan terus mengembangkan teknologi dan metode analisis, maka didapatkan pemahaman dan pengoptimalan penggunaan citra termal dalam pemantauan kesehatan tanaman secara menyeluruh. Hal ini memiliki potensi untuk mengurangi dampak ekonomi penyakit tanaman pada industri kelapa sawit dan mendukung pertumbuhan yang berkelanjutan dalam sektor ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengungkapkan rasa terima kasih mereka kepada Politeknik Negeri Lampung atas penyediaan dana untuk penelitian ini melalui Program Hibah Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, nomor kontrak 208.33/PL15.8/PP/2023 pada tanggal 3 April 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimin. (2022). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Perkembangan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) Tanaman Perkebunan. Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan. <https://ditjenbun.pertanian.go.id/dampak-perubahan-iklim-terhadap-perkembangan-organisme-pengganggu-tumbuhan-opt-tanaman-perkebunan/>
- Asra, R., Samarlina, R. A., & Silalahi, M. (2020). Hormon Tumbuhan (I. Jatmoko, Ed.; 1st ed.). UKI Press. <http://repository.uki.ac.id/>
- Fauziah, W. K. (2021). Evaluasi Non Destruktif Kualitas Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jack) Berdasarkan Sifat Termal. (Tesis). Universitas Andalas.
- Fauziah, W. K., Makky, M., Santosa, & Cherie, D. (2021). Thermal vision of oil palm fruits under difference ripeness quality. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 644(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/644/1/012044>
- Maryani, A. T. (2012). 1807-Article Text-3548-1-10-20141023. *Jurnal Online Universitas Jambi*, 1(2), 64–74. <https://online-journal.unja.ac.id/>
- Mastuti, R. (2016). Modul Metabolit Sekunder dan Pertahanan Tanaman. Universitas Brawijaya. pp. 1–18.
- Megavitry, R., Dinata, G. F., Sutiharni, Suanda, I. W., Dirmawati, S. R., Thamrin, N. T., Syarifuddin, R. N., Fitriana, A., Killa, Y. M., Hariyanto, B., & Aksan, M. (2023). Perlindungan tanaman (M. Sari & T. P. Wahyu, Eds.; 1st ed.). PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI.
- Mouazen, A. M., Saeys, W., Xing, J., De Baerdemaeker, J., & Ramon, H. (2005). Near infrared spectroscopy for agricultural materials: An instrument comparison. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 13(2), 87–97. <https://doi.org/10.1255/jnirs.461>
- Savitri, E. S., Minarno, E. B., & Resmisari, R. S. (2015). Karakter Molekuler Kedelai (*Glycine max*) Toleran Kekeringan Hasil Induksi Mutasi dengan Mutagen EMS (Ethyl Methane Sulfonate). 1–75.
- Sipayung, T. (2023). Perkebunan Sawit Rakyat Indonesia : Perkembangan, Kontribusi dan Tantangan (2023). PASPI. <https://palmoilina.asia/sawit-hub/perkembangan-perkebunan-sawit-rakyat/>