

## PENGUNAAN PENCITRAAN MULTISPEKTRAL PADA PANJANG GELOMBANG 520 NM DAN 800 NM UNTUK MENGEVALUASI TINGKAT KEMATANGAN TBS KELAPA SAWIT

Sinta Afria Ningsih<sup>1,\*1</sup>, Minarni Shiddiq<sup>1,\*2</sup>, Dodi Sofyan Arief<sup>2</sup>, Ikhsan Rahman Husein<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Riau

\*E-mail korespondensi: <sup>1</sup>sintaafria16@gmail.com; <sup>2</sup>minarni@unri.ac.id

### ABSTRACT

*Oil palm fresh fruit bunch (FFB) are the main source of crude palm oil (CPO). Sorting and grading FFB are important in order to obtain high quality CPO. Multispectral imaging has been purposed to be implemented in high speed sorting machines due to less wavelength bandwidths used hence less processing time. This study was aimed to evaluate the ripeness levels of oil palm FFB based on relative reflectance intensity and fruit firmness. Multispectral images were acquired using two bandpass filters mounted in a filter wheel with wavelengths of 520 nm and 800 nm respectively. The image acquisition and processing were controlled using python based program. The samples consisted of 30 oil palm FFBs of Tenera varieties with three ripeness levels as unripe, ripe, and overripe. The result showed that the relatif reflectance intensity at wavelength of 520 nm is inversely proportional to the maturity level, on the other hand, relatif reflectance intensity at wavelength of 800 nm is directly proportional to the maturity level. The relation between the firmness and ripeness level are inversely proportional. Relative reflectance intensity of the multispectral images at the wavelength of 800 nm had a better correlation to the palm fruit firmness than the image at the wavelength of 520 nm with the correlation coefficient (r) of -0.0198 at 520 nm and -0.8594 at 800 nm. it can be shown that the multispectral imaging is potensial to be implemented for FFB ripeness evaluation.*

**Keywords:** Multispectral imaging, Filterwheel, Sorting, Python, Oil palm FFB, Firmness

### ABSTRAK

*Tandan buah segar (TBS) kelapa sawit merupakan sumber utama crude palm oil (CPO). Sortasi dan grading TBS kelapa sawit penting untuk memperoleh CPO berkualitas tinggi. Pencitraan multispektral bertujuan untuk diimplementasikan pada mesin sortir kecepatan tinggi karena pita panjang gelombang yang digunakan lebih sedikit sehingga waktu pemrosesan lebih sedikit. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kematangan TBS kelapa sawit berdasarkan intensitas reflektansi relatif dan kekerasan buah. Citra multispektral diperoleh dengan menggunakan dua band pass filter yang dipasang pada roda filter dengan panjang gelombang masing-masing 520 nm dan 800 nm. Proses akuisisi dan pengolahan citra dilakukan menggunakan program berbasis python. Sampel terdiri dari 30 buah TBS kelapa sawit varietas Tenera dengan tiga tingkat kematangan yaitu mentah, kurang matang, dan matang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas reflektansi relatif pada panjang gelombang 520 nm berbanding terbalik dengan tingkat kematangan, sebaliknya intensitas pemantulan relatif pada panjang gelombang 800 nm berbanding lurus dengan tingkat kematangan. Hubungan antara tingkat kekerasan dan kematangan berbanding terbalik. Intensitas pantulan relatif citra multispektral pada panjang gelombang 800 nm memiliki korelasi yang lebih baik terhadap kekencangan buah sawit dibandingkan citra pada panjang gelombang 520 nm dengan koefisien korelasi (r) sebesar -0,0198 pada 520 nm dan -0,8594 pada 800 nm. Dapat dibuktikan bahwa pencitraan multispektral berpotensi untuk diimplementasikan untuk evaluasi kematangan TBS kelapa sawit.*

**Kata kunci:** Pencitraan Multispektral, Roda Filter, Sortir, Python, TBS Kelapa Sawit, Kekerasan

Diterima 25-08-2020 | Disetujui 12-11-2020 | Dipublikasi 30-11-2020

## PENDAHULUAN

Pengembangan teknologi pasca panen terus dilakukan demi meningkatkan kualitas produk hasil pertanian. Teknik *non-destructive* dinilai sangat tepat digunakan dalam mengevaluasi kualitas buah dan sayuran [1]. Sortasi dan *grading* merupakan kegiatan pasca panen yang salah satunya dilakukan untuk menilai tingkat kematangan buah. Kegiatan ini dapat dilakukan secara manual oleh petani, namun cara ini tidak efektif dan lambat.

CPO merupakan produk hasil pertanian Indonesia yang perlu ditingkatkan kualitasnya sehingga dapat bersaing di pasar global. Peningkatan kualitas CPO dilakukan dengan milih TBS kelapa sawit yang berkualitas melalui kegiatan sortasi. Kandungan minyak yang tinggi dan ALB (Asam Lemak Bebas) yang rendah merupakan parameter yang menentukan kualitas TBS kelapa sawit yang baik diolah menjadi CPO [2]. Kadar minyak dan ALB semakin meningkat pada TBS kelapa sawit matang, sehingga diperlukan metode klasifikasi kematangan yang tepat [3].

Saat ini klasifikasi kematangan TBS kelapa sawit masih dilakukan secara manual oleh petani. Metode klasifikasi yang digunakan yaitu berdasarkan jumlah buah yang terlepas dari tandan [4] dan warna eksokarp TBS kelapa sawit [5] yang mana penilaiannya subjektif. Teknik yang konsisten dan cepat diperlukan dalam mengklasifikasi kematangan TBS kelapa sawit [6].

Berbagai teknik *non-destructive* telah dikembangkan untuk mengklasifikasi kematangan TBS kelapa sawit. Metode *computer vision* menggunakan kamera warna [7], metode spektroskopi *Near Infrared* (NIR) [8], dan metode terkini yaitu pencitraan hyperspektral yang telah dilakukan Bensaeed *et al.* [9] dan Junkwon *et al.* [10]. Metode-metode ini masih dilakukan dalam skala laboratorium, metode alternatif diperlukan yang dapat digunakan pada skala industri.

Pada skala industri, efisiensi waktu sangat diperlukan. Pencitraan multispektral dinilai dapat diimplementasikan pada alat sortasi

skala industri. Pencitraan multispektral merupakan perpanjangan dari pencitraan hyperspektral yang mana sistem optiknya lebih sederhana dan informasi diambil pada rentang panjang gelombang yang lebih sedikit [11]. Hanya rentang panjang gelombang yang memiliki korelasi tinggi yang digunakan. Khodabakhshian *et al.* [12] dan Liu *et al.* [13] telah menggunakan metode pencitraan multispektral untuk menilai kualitas buah, salah satunya memprediksi tingkat kekerasan buah pada setiap tingkat kematangan dengan koefisien korelasi ( $r$ ) 0,94.

Penelitian ini bertujuan menganalisa hubungan tingkat kekerasan buah kelapa sawit terhadap intensitas relatif citra multispektral TBS kelapa sawit setiap tingkat kematangan. Citra multispektral yang dianalisa yaitu citra yang diambil pada panjang gelombang 520 nm dan 800 nm menggunakan *filterwheel* yang terdapat *band pass filter* didalamnya. Citra diolah menggunakan program berbasis python.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen komputasi. Proses komputasi menggunakan bahasa pemrograman python. Penelitian ini terdiri dari tahap akuisisi citra, pengukuran kekerasan buah, dan pengolahan citra.

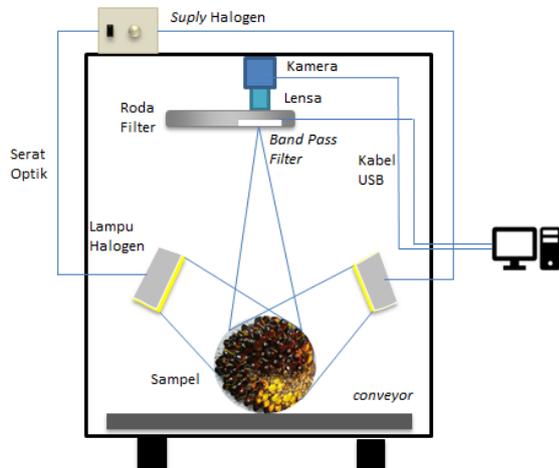
### Persiapan Sampel

Penelitian ini dilakukan pada 30 sampel TBS kelapa sawit varietas Tenera yang terdiri terdiri 10 sampel mentah, 10 sampel kurang matang, dan 10 sampel matang. Tingkat kematangan dinilai oleh mandor berpengalaman. Sampel TBS diperoleh dari perkebunan agribisnis Universitas Riau.

### Akuisi Citra

Akuisisi citra menggunakan sistem pencitraan multispektral yang ditunjukkan oleh Gambar 1. Sistem terdiri dari sumber cahaya (Dolan Jenner DC-950), roda filter Thorlabs FW102, band pass filter (520 nm dan 800 nm)

untuk mendispersikan cahaya, detektor berupa kamera CMOS monokrom Sentech STC-MBCM401U3V (400-1000), kotak hitam untuk mengisolasi cahaya dan komputer untuk menjalankan program akuisisi data dan pengolahan data.



**Gambar 1.** Sistem pencitraan multispektral.

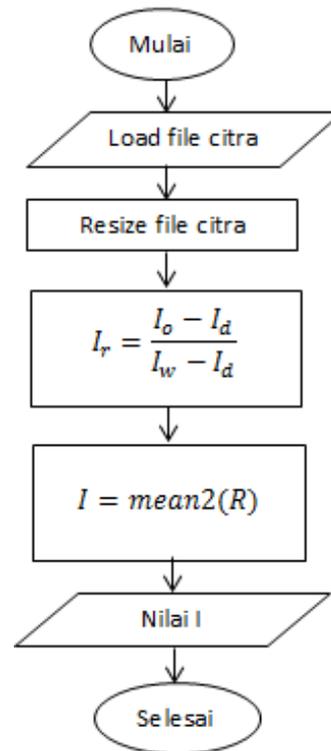
Akuisisi citra dilakukan pada 30 sampel TBS kelapa sawit dengan berbagai tingkat kematangan. Pada setiap tandan diperoleh dua citra dari sisi depan dan belakang, sehingga sebanyak 60 citra multispektral diperoleh. Cahaya polikromatik dari halogen mengenai sampel yang diam diatas conveyor pada sudut 45°. Cahaya yang mengenai sampel dipantulkan menuju *band pass filter* yang mendispersikan cahaya dan melawatkan pita panjang gelombang tertentu., selanjutnya cahaya difokuskan oleh lensa menuju kamera. Roda filter menggerakkan *band pass filter* sejajar dengan lensa dan kamera agar didapatkan citra multispektral pada panjang gelombang lainnya secara sekuensial. Proses ini dikendalikan oleh komputer menggunakan bahasa pemograman python. Citra dalam bentuk matriks tiga dimensi kemudian disimpan dalam file *pickle*.

### Pengukuran Kekerasan Buah

Pengukuran tingkat kekerasan buah kelapa sawit menggunakan penetrometer segera dilakukan setelah akuisisi citra. Pengujian tingkat kekerasan pada 5 buah brondolan sawit

untuk setiap sisi tandan yaitu pada sisi depan dan belakang, dimana buah diambil pada bagian atas, bawah, kiri, kanan, dan tengah. Pengukuran kekerasan dengan menusukkan probe penetrometer secara tegak lurus pada daging buah selama 1 detik sebanyak tiga kali pengukuran. Nilai kekerasan setiap permukaan tandan dirata-ratakan.

### Pengolahan Citra



**Gambar 2.** Flowchart pengolahan citra.

Citra multispektral pertama-tama dimuat dan diubah ukurannya. Selanjutnya citra dikoreksi dengan citra *white reference* dan *black referance*. *White reference* digunakan sebagai intensitas reflektansi referensi. Semenara itu *black referance* digunakan untuk menghilangkan efek arus gelap dari detektor yang sensitif terhadap panas. Seluruh citra terdiri dari matriks yang nilainya merupakan intensitas dalam satuan (a.u.) diperoleh dari setiap pixel citra. Setelah citra dikoreksi menggunakan persamaan (3.1), cita tidak lagi memiliki satuan a.u. Nilai intensitas citra ini disebut intesitas reflektansi relatif. Berikut persamaaan yang digunakan:

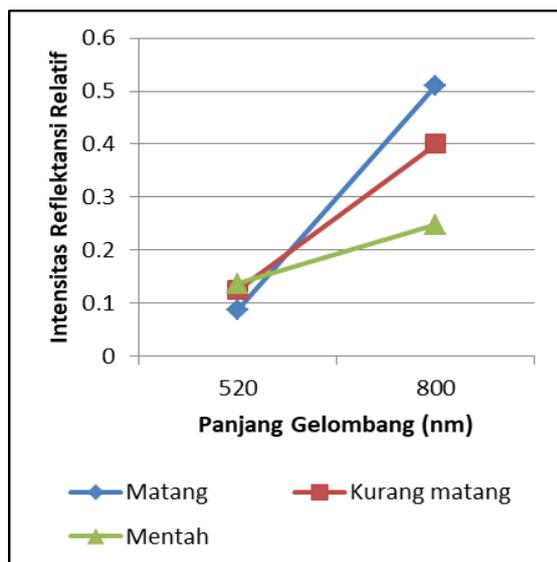
$$I_r = \frac{I_o - I_d}{I_w - I_d} \quad (1)$$

dimana  $I_o$  adalah intensitas citra multispektral yang direkam,  $I_d$  adalah intensitas citra *black reference* dengan pantulan 0% direkam dengan menutup *mount* roda filter, dan  $I_w$  adalah intensitas citra *white reference* dengan pantulan 99%, dan  $I_r$  adalah intensitas citra multispektral setelah dikoreksi.

Citra yang dikoreksi berupa matriks 3 dimensi ( $x, y, \lambda$ ). Setelah citra dikoreksi, daerah ROI (*region of interest*) ditentukan yaitu daerah yang terdapat TBS kelapa sawit. Pada daerah ROI dihitung nilai rata-rata intensitas setiap lapisan matriks untuk memperoleh nilai intensitas reflektansi relatif setiap panjang gelombang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Spektrum Reflektansi



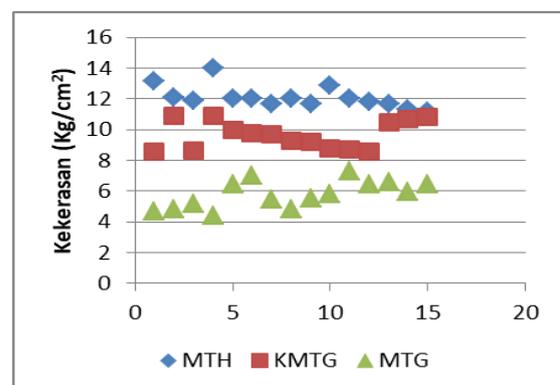
**Gambar 3.** Grafik hubungan intensitas reflektansi relatif terhadap panjang gelombang.

Citra multispektral TBS kelapa sawit yang telah dikoreksi dengan *white reference* dan *dark reference* pada daerah ROI (*Region Of Interest*) menghasilkan grafik hubungan intensitas reflektansi relatif terhadap panjang gelombang yang ditunjukkan pada Gambar 3. Berdasarkan grafik yang ditunjukkan terdapat

perbedaan intensitas reflektansi relatif setiap tingkat kematangan TBS kelapa sawit. Spektrum panjang gelombang 520 nm berkaitan dengan penyerapan klorofil [14]. Pada spektrum panjang gelombang 520 nm, intensitas reflektansi relatif lebih tinggi pada kelapa sawit mentah dan kurang matang dibandingkan pada TBS kelapa sawit matang. Pada spektrum ini intensitas reflektansi relatif menurun seiring peningkatan kematangan. Hal ini dapat disebabkan oleh kandungan klorofil yang pada kelapa sawit yang mengalami peneurunan seiring proses kematangan meningkat.

Intensitas reflektansi relatif pada spektrum panjang gelombang 800 nm yang ditunjukkan oleh grafik mengalami peningkatan yang signifikan seiring meningkatnya kematangan TBS kelapa sawit. Spektrum panjang gelombang 800 nm yang terdapat pada daerah spektrum inframerah dapat berinteraksi dengan materi pada tingkat molekul. Oleh karena itu, respon spektral yang diperoleh dapat disebabkan oleh peningkatan kadar minyak yang signifikan selama proses kematangan TBS kelapa sawit [3].

### Tingkat Kekerasan Buah

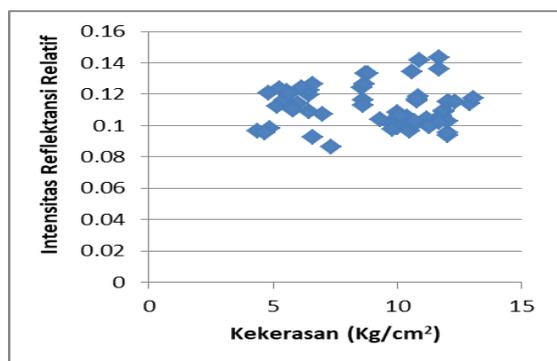


**Gambar 4.** Grafik nilai kekerasan kelapa sawit pada berbagai tingkat kematangan.

Hasil pengukuran kekerasan TBS kelapa sawit setiap tingkat kematangan menggunakan penetrometer ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 4. Grafik ini menunjukkan kematangan TBS kelapa sawit dipengaruhi tingkat kekerasan buah kelapa sawit. Pengukuran pada kelapa sawit mentah

menunjukkan nilai maksimum  $14 \text{ kg/cm}^2$  dan nilai minimum  $10,8 \text{ kg/cm}^2$ , pada kelapa sawit kurang matang menunjukkan nilai maksimum  $10,86 \text{ kg/cm}^2$  dan nilai minimum  $8,56 \text{ kg/cm}^2$ , sementara itu pada kelapa sawit matang menunjukkan nilai maksimum  $7,32 \text{ kg/cm}^2$  dan nilai minimum  $4,38 \text{ kg/cm}^2$ . Nilai kekerasan semakin kecil seiring meningkatnya proses kematangan buah kelapa sawit. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kandungan minyak pada sawit yang meningkat seiring proses kematangannya [3].

### Hubungan Intensitas Reflektansi Relatif Terhadap Kekerasan

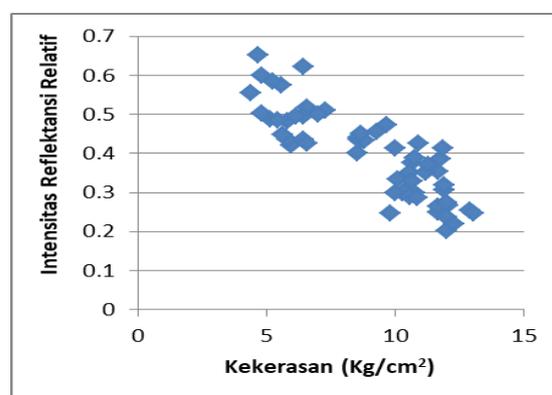


**Gambar 5.** Grafik hubungan intensitas reflektansi relatif pada panjang gelombang 520 nm terhadap tingkat kekerasan.

Hubungan intensitas reflektansi relatif masing-masing panjang gelombang terhadap tingkat kekerasan kelapa sawit dianalisa untuk melihat pengaruh tingkat kekerasan terhadap respon spektral yang diperoleh pada panjang gelombang 520 nm dan 800 nm. Spektrum panjang gelombang 520 nm merupakan spektrum cahaya tampak, sementara itu 800 nm merupakan spektrum panjang gelombang inframerah. Melalui penelitian ini kita dapat membandingkan respon spektral pada daerah spektrum yang berbeda.

Gambar 5 menunjukkan hubungan tingkat kekerasan terhadap intensitas reflektansi relatif pada panjang gelombang 520 nm. pada spektrum panjang gelombang ini terlihat tidak adanya korelasi tingkat kekerasan kelapa sawit terhadap intensitas reflektansi relatif dimana memiliki koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,0198.

Spektrum panjang gelombang 520nm pada daerah cahaya tampak berkaitan dengan pita serapan klorofil dimana sepektrum ini hanya mengandalkan karakteristik kematangan TBS kelapa sawit berdasarkan warna kulit buah. Oleh karna itu spektrum ini tidak dapat mengkalsifikasi kematangan berdasarkan tingkat kekerasan buah kelapa sawit.



**Gambar 6.** Grafik hubungan intensitas reflektansi relatif pada panjang gelombang 800 nm terhadap tingkat kekerasan.

Gambar 6 menunjukkan hubungan tingkat kekerasan terhadap intensitas reflektansi relatif pada panjang gelombang 800 nm. Pada spektrum panjang gelombang ini terlihat adanya korelasi cukup baik antara tingkat kekerasan buah kelapa sawit terhadap intensitas reflektansi relatif dimana memiliki koefisien korelasi ( $r$ )  $-0,8594$ . Grafik pada Gambar 6 memperlihatkan hubungan intensitas reflektansi relatif yang berbanding lurus terhadap tingkat kekerasan kelapa sawit. Intensitas reflektansi relatif semakin tinggi apabila tingkat kekerasan semakin tinggi dan sebaliknya. Hal ini berkaitan dengan kadar minyak yang memengaruhi tingkat kekerasan buah kelapa sawit. TBS kelapa sawit akan mengalami peningkatan kandungan minyak dan ALB selama proses kematangannya [3]. Spektrum gelombang inframerah dapat berinteraksi dengan senyawa kimia ini pada tingkat molekul. Oleh karna itu spektrum panjang gelombang ini dapat digunakan untuk mengklasifikasi kematangan berdasarkan kualitas internal TBS kelapa sawit.

## KESIMPULAN

Spektrum inframerah lebih baik dari spektrum cahaya tampak dalam mengklasifikasi kematangan TBS kelapa sawit berdasarkan sifat internal buah, sehingga panjang gelombang 520 nm tidak menunjukkan korelasi yang baik terhadap kekerasan buah kelapa sawit sementara panjang gelombang 800 nm memiliki korelasi yang cukup baik.

## REFERENSI

1. Sheeja, P. S. & Ajay, G. A. J. (2016). Nondestructive quality evaluation for fruits and vegetables. *Int. J. Mod. Trends Eng. Res.*, **3**(8), 1–7.
2. Makky, M., Soni, P., & Salokhe, V. M. (2014). Automatic non-destructive quality inspection system for oil palm fruits. *J. Int. Agrophys.*, **28**, 319–329.
3. Nualwijit, N. & Lerslerwong, L. (2014). Post harvest ripening of oil palm fruit is accelerated by application of exogenous ethylene. *J. Sci. Technol.*, **36**(3), 255–259.
4. Kassim, M. S. M., Ismail, W. I. W., & Teik, L. H. (2014). Oil palm fruit classifications by using near infrared images. *Res. J. Appl. Sci. Eng. Technol.*, **7**(11), 2200–2207.
5. Hazir, M. H. M., Shariff, A. R. M., & Amirudin, M. D. (2011). Determination of oil palm fresh fruit bunch ripeness-base on flavonoid konten and antocyanin content. *Ind. Crops Prod.*, **36**(1), 466–475.
6. Minarni, Salumbae, R., & Hasbi, Z. (2018). Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan Pengolahan Citra untuk Klasifikasi Kematangan TBS Kelapa Sawit. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **15**(1), 36-45.
7. Fadilah, N., Mohamad-Saleh, J., Halim, Z. A., Ibrahim, H., & Ali, S. S. S. (2012). Intelligent color vision system for ripeness classification of oil. *Sensors*, **12**(10), 14179–14195.
8. Silalahi, D. D., Reano, C. E., & Panopio, F. P. (2016). Near infrared spectroscopy: A rapid and non-destructive technique to assess tge ripness of oil palm (*elaeis guiness jacq.*) fresh fruit. *J. Near Infrared Spectrosc.*, **24**(2), 179–190.
9. Bensaeed, O. M., Shariff, A. M., Mahmud, A. B., Shafri, H., & Alfatni, M. (2014). Oil palm fruit grading using a hyperspectral device and machine learning algorithm. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Kuala Lumpur, Malaysia, 22-23 April 2014, 1–22.
10. Junkwon, P., Takigawa, T., Okamoto, H., Hasegawa, H., Koike, M., Sakai, K., Siruntawinetti, J., Chaeychomsri, W., Vanavichit, A., Tittinuchanon, P., & Bahalayodhin, B. (2009). Hyperspectral imaging for non-destructive determination of internal qualities for oil palm (*Elaeis guiness jacq.var. tenera*). *J. Agric. Inf. Res.*, **18**(3), 130–141.
11. Aboras, M., Amasha, H., & Ibraheem, I. (2015). Early detection of melanoma using multispectral imaging and artificial intelligence techniques. *Am. J. Biomed. Life Sci.*, **3**(2-3), 29–33.
12. Khodabakhshian, R., Emadi, B., Khojastehpour, M., & Golzarian, M. R. (2015). Determining quality and maturity of promeganates using multispectral imaging. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.*, **16**(4), 322–331.
13. Liu, C., Liu, W., Lu, X., Chen, W., Yang, J., & Zheng, L. (2014). Application of multispectral imaging to determine quality attributes and ripeness stage in strawberry fruit. *PloS One*, **9**(2), 1–8.
14. Kuska, M. T., Behmann, J., & Mahlein, A. -K. (2018). Potential of hyperspectral imaging to detect and identify the impact of chemical warfare compounds on plant tissue. *Pure Appl. Chem.*, **90**(10), 1615–1624.



Artikel ini menggunakan lisensi  
[Creative Commons Attribution  
4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)