

**Deteksi Tingkat Kematangan Buah Jambu Biji (*Psidium Guajava* L.)
Kristal Secara Tak Merusak Dengan Metode *Thermal Image***

**Detection of the Maturity Level of Guava (*Psidium Guajava* L.) ‘Kristal’
Non-Destructively Using Thermal Image Method**

Soesiladi Esti Widodo ^(1*), Riska Avinda Putri ⁽²⁾, Sri Waluyo ⁽³⁾ Zulferiyenni⁽⁴⁾

¹⁾ Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

²⁾ Program Studi Magister Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

³⁾ Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

⁴⁾ Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Korespondensi: sestiwidodo@gmail.com

ABSTRACT

Determination of the level of maturity of fruit at harvest is one of the critical factors that affects fruit quality during post-harvest handling. The thermal image method is a non-destructive technology used to detect the temperature radiated by an object without direct contact. This study aims to detect the level of maturity of guava fruit (*Psidium guajava* L.) Kristal by using the thermal image method. Three levels of fruit maturity were used in the research test, namely green, yellowish green, and greenish yellow. The results showed that the more mature the Guava ‘Kristal’ fruit, the higher the temperature of the fruit. This temperature increase was closely correlated with a decrease in fruit hardness ($R^2 = 0.997$), free acid ($R^2 = 0.936$), and starch content ($R^2 = 0.903$), and was strongly correlated with an increase in Brix ($R^2 = 0.866$), and sucrose ($R^2 = 0.968$). Although the fruit ripeness classification has very small differences in physical and chemical parameters (at significant level, $\alpha = 0.05$, it does not show a significant difference), however, the temperature radiation of the fruit captured by the thermal camera is able to follow it very well. So that the thermal image method has the potential to be developed as a tool for detecting the level of fruit maturity.

Keywords : Guava (*Psidium guajava* L.) crystals, fruit maturity, thermal image

ABSTRAK

Penentuan tingkat kematangan (*maturity*) saat panen merupakan salah satu faktor kritis yang mempengaruhi kualitas buah selama penanganan pasca panen. Metode *thermal image* merupakan salah satu teknologi non destruktif yang digunakan untuk mendeteksi suhu yang diradiasikan oleh suatu objek tanpa kontak langsung. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi tingkat kematangan buah jambu biji (*Psidium guajava* L.) Kristal dengan menggunakan metode *thermal image*. Tiga tingkatan kematangan buah digunakan pada pengujian penelitian, yakni hijau, hijau kekuningan, dan kuning kehijauan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin matang buah jambu biji Kristal, semakin meningkat suhu buah. Kenaikan suhu ini berkorelasi erat dengan penurunan kekerasan buah ($R^2 = 0.997$), asam bebas ($R^2 = 0.936$), dan pati ($R^2 = 0.903$), dan berkorelasi kuat dengan kenaikan Brix ($R^2 = 0.866$), dan sukrosa ($R^2 = 0.968$). Meskipun klasifikasi kematangan buah memiliki perbedaan parameter fisik dan kimia yang sangat kecil, namun demikian radiasi suhu buah yang ditangkap oleh kamera termal mampu mengikutinya dengan sangat baik. Sehingga metode *thermal image* potensial untuk dikembangkan sebagai alat deteksi tingkat kematangan buah.

Kata kunci : Jambu biji (Psidium guajava L.) kristal, kematangan buah, thermal image

PENDAHULUAN

Buah jambu biji (*Psidium guajava* L.) merupakan produk hortikultura penting di beberapa negara tropika. Salah satu jenis buah jambu biji yang diminati oleh konsumen yaitu buah jambu biji ‘Kristal’. Konsumen menyukai jambu biji ‘Kristal’ karena bertekstur renyah, memiliki cita rasa manis, dan berbiji lebih sedikit atau bahkan tidak berbiji sehingga porsi buah yang dapat dikonsumsi lebih banyak (Ditbenih, 2007). Selain itu, buah jambu biji ‘Kristal’ mengandung vitamin C empat kali lebih banyak dari jumlah vitamin C pada buah jeruk (250,7 mg/100g) (Dina *et al.*, 2014). Buah jambu biji ‘Kristal’ merupakan kultivar

jambu biji yang telah resmi dilepas oleh Kementerian Pertanian berdasarkan SK Mentan No.540/Kpts/SR.120/9/2007 (Balitbu, 2007).

Buah jambu biji ‘Kristal’ selama ini dipanen hanya didasarkan pada kriteria fisik buah seperti dengan perhitungan hari setelah *anthesis* dan melihat perubahan warna pada buah (Mitra, dkk., 2012; Raut and Bora, 2016). Padahal bentuk fisik buah yang sama dapat memunculkan kemungkinan tingkat kematangan fisiologis yang berbeda-beda pada buah jambu biji ‘Kristal’ (Gonzalez *et al.*, 2004). Proses-proses fisiologis yang terjadi pada pascapanen sangat berpengaruh pada perubahan mutu buah jambu biji ‘Kristal’. Untuk itu, perlu penanganan panen dan pascapanen dengan cara menentukan tingkat kematangan yang tepat. Pendeteksian tingkat kematangan buah sebagai penentu waktu panen buah jambu biji ‘Kristal’ pada penelitian ini didekati dengan metode *thermal image*. Metode *thermal image* merupakan salah satu teknologi inframerah yang digunakan untuk mendeteksi distribusi termal (suhu) yang diradiasikan yang ada pada suatu objek. Metode deteksi secara *non destruktif* untuk dapat mendeteksi bagian internal buah jambu biji ‘Kristal’ sehingga dapat diketahui tingkat kematangan buah jambu biji ‘Kristal’ tanpa merusak buah. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efek metode *thermal image* sebagai faktor pendeteksi tingkat kematangan buah dan korelasinya terhadap mutu fisik kimia pada buah jambu biji ‘Kristal’.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen Hortikultura, Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2021. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah buah jambu biji ‘Kristal’ yang diperoleh dari PT Nusantara Tropical Fruits, Labuhan Ratu, Lampung Timur. Sampel buah jambu biji ‘Kristal’ ini telah diklasifikasi ke dalam tiga tingkatan kematangan oleh *expert* perusahaan sebagaimana pengklasifikasian tingkat kematangan yang dilakukan oleh perusahaan yakni hijau, hijau kekuningan, dan kuning kehijauan. Alat yang digunakan dalam

pengujian adalah *thermal image camera* (FLIR F5 – XT, akurasi ± 2 °C, resolusi 160 x 120 *pixels*, sensitifitas *thermal* < 0, 10 °C), kotak pengambil citra (*chamber*), timbangan digital, penetrometer buah, dan refraktometer tangan ‘Atago’. Pelaksanaan penelitian yaitu sampel buah jambu biji ‘Kristal’ yang telah disiapkan kemudian diletakkan per unit sampel pada kotak pengambilan citra untuk diambil citra *thermal*-nya menggunakan kamera inframerah. Pengambilan citra dilakukan dengan jarak ketinggian 25cm dari sampel. Jumlah sampel ulangan untuk setiap tingkatan kematangan adalah sebanyak sepuluh buah, dan setiap unit sampel dilakukan pengambilan citra sebanyak tiga kali. Analisis citra *thermal* menggunakan program MATLAB 2009b. Peubah sebagai penciri tingkat kematangan buah yang diamati adalah suhu buah, bobot buah, tingkat kekerasan buah, kandungan padatan terlarut (°Brix), asam bebas, sukrosa, dan pati. Hasil pengamatan mutu fisik dan kimia akan dicari korelasinya dengan hasil analisis *thermal image* menggunakan nilai regresi (R^2). Data suhu, bobot, kekerasan, dan brix dianalisis dengan analisis sidik ragam (ANARA) dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5% dan 15% (Statistix 8).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menampilkan hasil pengukuran suhu yang diradiasikan oleh buah jambu biji ‘Kristal’ dan parameter fisik buah: bobot dan kekerasan (*firmness*). Dari data ini dapat diperoleh informasi bahwa semakin matang (*mature*) buah, suhu yang dipancarkan semakin tinggi. Buah jambu biji ‘Kristal’ berwarna hijau memiliki suhu yang paling rendah (27.85 °C), sementara buah berwarna kuning kehijauan memiliki suhu paling tinggi (28.10 °C). Sedangkan secara fisik, semakin matang buah diikuti dengan penurunan kekerasan buah. Sementara itu, bobot buah tidak berkorelasi dengan tingkat kematangan buah. Buah jambu biji ‘Kristal’ berwarna kuning kehijauan merupakan buah dengan tingkat kematangan paling masak memiliki suhu dan kekerasan yang paling tinggi diantara buah berwarna hijau kekuningan dan hijau. Nilai tingkat kekerasan buah jambu biji kristal berwarna hijau memiliki

nilai paling tinggi yaitu sebesar 15.61 kg/cm² dibandingkan buah berwarna hijau kekuningan sebesar 15.50 kg/cm² dan buah berwarna kuning kehijauan sebesar 14.60 kg/cm². Selama proses pematangan, kekerasan buah jambu biji akan mengalami pelunakan (Hong, *et al.*, 2012). Proses penguraian pati menjadi gula, pemecahan dinding sel yang diakibatkan perombakan protopektin yang larut dalam air, dan perombakan selulosa menyebabkan buah menjadi lunak (Ali, *et al.*, 2004).

Analisis sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk setiap parameter fisik menyatakan bahwa klasifikasi tingkat kematangan buah tidak direpresentasikan secara nyata oleh peubah bobot dan kekerasan buah, baik pada taraf signifikansi $\alpha = 0.05$ maupun $\alpha = 0.15$. Hal ini menjadi penanda bahwa pengklasifikasian tingkat kematangan buah berdasarkan parameter fisik buah (warna, bobot, kekerasan buah) dapat kurang tepat. Meskipun tingkat kematangan buah yang direpresentasikan dengan parameter fisik tidak berbeda nyata secara statistik, namun demikian penerapan (*sensing*) suhu buah dapat mengikuti perubahan tingkat kematangan buah. Hubungan antara suhu yang dipencarkan buah dengan kekerasan buah menunjukkan korelasi yang sangat kuat ($R^2 = 0.997$). Semakin masak buah, diikuti dengan penurunan kekerasan dan kenaikan suhu buah. Sementara itu, korelasi suhu buah dengan bobot buah sangat lemah ($R^2 = 0.068$).

Tabel 1. Hasil pengukuran suhu dan mutu fisik (bobot dan kekerasan) buah jambu biji ‘Kristal’ pada tiga tingkat kematangan

Tingkat kematangan	T (°C)		Bobot (gram)		Kekerasan (kg/cm ²)	
	($\alpha=5\%$)	($\alpha=15\%$)	($\alpha=5\%$)	($\alpha=15\%$)	($\alpha=5\%$)	($\alpha=15\%$)
Hijau	27.85 a	27.85 b	252.37 b	252.37 b	15.61 a	15.61 a
Hijau kekuningan	27.89 a	27.89 ab	346.90 a	346.90 a	15.50 a	15.50 a
Kuning kehijauan	28.10 a	28.10 a	308.73 ab	308.73 ab	14.60 a	14.60 a
Koefisien regresi (R^2) terhadap suhu buah			0.068		0.997	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama adalah berbeda nyata pada uji BNT taraf 15%

Tabel 2. Hasil pengukuran mutu kimia buah jambu biji ‘Kristal’ pada tiga tingkat kematangan

Tingkat kematangan	T (°C)		Brix (%)		Asam bebas (%)	Sukrosa (%)	Pati (%)
	($\alpha=5\%$)	($\alpha=15\%$)	($\alpha=5\%$)	($\alpha=15\%$)			
Hijau	27.85 a	27.85 b	7.40 b	7.40 b	4.10	3.80	0.92
Hijau kekuningan	27.89 a	27.89 ab	7.94 ab	7.94 ab	4.02	4.16	0.82
Kuning kehijauan	28.10 a	28.10 a	8.53 a	8.53 a	3.90	4.88	0.70
Koefisien regresi (R^2) terhadap suhu buah				0.886	0.936	0.968	0.903

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama adalah berbeda nyata pada uji BNT taraf 15%

Hasil pengujian tingkat kematangan buah jambu biji ‘Kristal’ yang dinyatakan dengan peubah kimia: Brix, asam bebas, sukrosa dan pati ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, kenaikan tingkat kematangan buah diikuti dengan kenaikan Brix, penurunan asam bebas, kenaikan sukrosa, dan penurunan kandungan pati. Hasil kecenderungan ini sesuai dengan penelitian Killadi dkk. (2018) pada buah jambu ‘shweta’ dan ‘lalit’,

Dari Tabel 2 juga diperoleh informasi bahwa kandungan brix pada buah jambu biji ‘Kristal’ berwarna kuning kehijauan memiliki nilai tertinggi sebesar 8.53% dibandingkan buah berwarna hijau kekuningan sebesar 7.94% dan hijau sebesar 7.40%. Kandungan padatan terlarut buah jambu biji ‘Kristal’ meningkat dengan semakin bertambah masakny buah karena terjadi perombakan pati menjadi gula (Widodo, 2009). Hal ini diikuti dengan penurunan kandungan asam bebas dari buah berwarna hijau memiliki nilai tertinggi sebesar 4.10% dibandingkan dengan buah berwarna hijau kekuningan sebesar 4.02% dan kuning kehijauan sebesar 3.90%.

Hasil penelitian juga menunjukkan nilai kandungan sukrosa pada buah jambu biji ‘Kristal’ mengalami peningkatan dengan naiknya tingkat kematangan buah. Buah berwarna hijau memiliki kandungan sukrosa terendah yaitu sebesar 3.80%, selanjutnya buah berwarna hijau kekuningan memiliki kandungan sukrosa 4.16% dan buah berwarna kuning kehijauan

sebesar 4.88%. Jambu biji merupakan buah klimakterik dan dapat terjadi perubahan kadar gula yang cukup besar selama pematangan (Dube, *et al.*, 2015). Kandungan gula antar tingkat kematangan bervariasi dikarenakan faktor genetik atau fenotip atau dikarenakan tahap dalam pematangan (Kumari, *et al.*, 2020). Kandungan pati pada buah jambu biji ‘Kristal’ mengalami penurunan. Buah berwarna hijau memiliki kandungan pati tertinggi yaitu sebesar 0.92% dibandingkan buah berwarna hijau kekuningan sebesar 0.82% dan kuning kehijauan sebesar 0.70%. Menurut Dumadi (2001), perubahan tekstur buah menjadi lunak akan diikuti dengan peningkatan gula sederhana dan penurunan kadar pati.

Sama halnya dengan peubah fisik, hasil uji BNT terhadap peubah mutu kimia buah jambu biji ‘Kristal’ belum dapat dibedakan pada taraf signifikansi 5%, namun mampu membedakan tingkat kematangan buah pada $\alpha = 15\%$. Hubungan antara peubah mutu kimia buah jambu biji Kristal dengan suhu buah pada berbagai tingkat kematangan menunjukkan nilai korelasi yang cukup tinggi ($R^2 > 0.8$). Dengan demikian, suhu buah yang disensor dengan kamera inframerah, secara potensial dapat digunakan sebagai detektor tingkat kematangan buah jambu biji ‘Kristal’.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat dinyatakan bahwa kenaikan tingkat kematangan buah jambu biji ‘Kristal’ diikuti dengan penurunan kekerasan, kandungan asam bebas dan pati serta diikuti dengan kenaikan Brix dan sukrosa. Suhu buah yang disensor dengan *thermal camera* berkorelasi sangat kuat (koefisien regresi $R^2 \sim 0.9$) dengan parameter kematangan tersebut. Kenaikan kematangan buah diikuti dengan kenaikan suhu buah. Suhu buah berkorelasi terhadap mutu fisik yaitu kekerasan dan mutu kimia yaitu Brix, asam bebas, sukrosa, dan pati pada buah jambu biji ‘Kristal’. Metode *thermal image* potensial untuk digunakan sebagai pendeteksi tingkat kematangan buah jambu biji ‘Kristal’.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih khusus ditujukan kepada PT. Great Giant Foods Terbanggi Besar, Lampung Tengah melalui PT. Nusantara Tropical Fruits, Labuhan Ratu, Lampung Timur, Indonesia yang telah menyediakan sampel buah jambu biji ‘Kristal’ untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Z.M., Chin, L.H., Lazan, H., 2004. A comparative study on wall degrading enzymes, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits. *Plant Sci.* 167, 317–327.
- Badan Pusat Statistika. 2017. Statistik Tanaman Buah – Buahan dan Sayuran Tahunan Indonesia 2017. Badan Pusat Statistik Indonesia. Katalog BPS : 520510.
- Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. 2007. Budidaya Jambu Biji. <http://hortikultura.litbang.pertanian.go.id/> [12 Agustus 2021].
- Dina, O. M. A., Abdelhalim, R.A., and Elrakha, B. B. 2014. Physicochemical and Nutritional Value of Red and White Guava Cultivars Grown in Sudan. *JAAS* 2(2):27-30.
- Direktorat Perbenihan Hortikultura. 2007. Deskripsi Jambu Biji Varietas Kristal. <http://varitas.net/dbvarietas/deskripsi/3136.pdf>. [12 Agustus 2021].
- Dube, R. Shukla, P. Singh. 2015. Compositional and antioxidant changes in guava (*Psidium guajava* L.) varieties during development and ripening. *Environ. Ecol.* 33(1) 33–36.
- Dumadi, S.R. 2001. Penggunaan Kombinasi Adsorban untuk Memperpanjang Umur Simpan Pisang *Cavendish*. *Jurnal Teknik dan Industri Pangan*. Vol XII, no 1, 13-20.

- Gonzalez, G. A. 2004. Methyl jasmonate Treatments Reduce *Chilling Injury* and Activate the Defense Response of Guava Fruits. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 313: 694–701.
- Hong, K., Xie, J., Zhang, L., Sun, D., Gong, D. 2012. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae*. 144 : 172–178.
- Killadi, B., Chaurasia, R. and Shukla, DK. 2018. Maturity indices and quality attributes during growth and development in guava cultivars ‘shweta’ and ‘lalit’. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7(2): 2102 – 2106.
- Kumari, P., Mankar, A., Karuna, K., Homa, F., Meiramkulova, K., and Siddiqui, M. 2020. Mineral composition, pigments, and postharvest quality of guava cultivars commercially grown in India. *Journal of Agriculture and Food Research*.
- Mitra, S.K., Devi, H.L., Chakraborty, I. and Pathak, P.K. 2012. Recent Development in Postharvest Physiology and Storage of Guava. Proc. 3rd IS on Guava and Other Myrtaceae. *Acta Hort*. 959, ISHS 2012.
- Raut, K.D, and Bora, V. 2016. Assessment of Fruit Maturity Using Direct Colour Mapping. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. 3(3): 1540 – 1543.
- Widodo, S. E. 2009. Kajian Fisiologis Teknologi Panen dan Pascapanen Buah. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

