

**KLAFISIKASI TINGKAT KEMATANGAN BUAH NANAS (*Ananas comosus* (L.)  
*Merr*) VARIETAS TANGKIT MENGGUNAKAN MODEL WARNA RGB  
(*Red Green Blue*) DAN HUE**

***CLASSIFICATION OF MATURITY LEVELS OF PINEAPPLE FRUIT  
(Ananas comosus (L.) Merr) TANGKIT VARIETY USING RGB  
(Red Green Blue) AND HUE COLOR MODELS***

**Sadiga Mardiyah<sup>1</sup>, Lavlinesia<sup>2</sup>, Dian Wulansari<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian, <sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknologi Pertanian  
Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas  
Jambi, Kampus Pondok Meja Jl Tribrata Km 11, Provinsi Jambi, Indonesia

E-mail: [sdgmrhdh1@gmail.com](mailto:sdgmrhdh1@gmail.com)

---

**Abstrak**— Tingkat kematangan buah nanas berpengaruh besar terhadap kualitas konsumsi dan nilai jualnya. Metode penilaian konvensional cenderung bersifat subjektif dan kurang konsisten, sehingga diperlukan pendekatan yang lebih objektif. Penelitian ini mengusulkan penggunaan pengolahan citra digital berbasis model warna RGB dan hue untuk mengidentifikasi tingkat kematangan buah nanas varietas Tangkit secara non-destruktif. Tiga tingkat kematangan—mentah, matang, dan sangat matang diklasifikasikan berdasarkan perubahan warna kulit buah. Citra diambil menggunakan kamera Samsung M12 (resolusi 48 MP) dan dianalisis menggunakan perangkat lunak MATLAB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai hue menurun secara konsisten seiring peningkatan kematangan, dari 0,14 pada buah mentah menjadi 0,09 pada buah sangat matang. Komponen warna RGB, khususnya red, menunjukkan hubungan yang signifikan dengan nilai hue serta sifat fisik (tekstur) dan kimia (TPT dan pH) buah nanas. Korelasi terkuat ditemukan antara red dan hue ( $r = -0,96$ ), serta red dan pH ( $r = 0,96$ ). Dengan demikian, analisis warna citra digital dapat menjadi indikator visual yang akurat dan efisien dalam menentukan tingkat kematangan dan kualitas buah nanas.

**Kata Kunci**— Nanas, Kematangan, RGB, Hue, Pengolahan Citra Digital, Kualitas Buah, Metode Non-Destraktif

**Abstract**— The ripeness level of pineapple significantly affects its consumption quality and market value. Conventional assessment methods tend to be subjective and inconsistent, thus requiring a more objective approach. This study proposes the use of digital image processing based on RGB and hue color models to non-destructively identify the ripeness level of Tangkit variety pineapples. The three ripeness levels unripe, ripe, and overripe were classified based on changes in skin color. Images were captured using a Samsung M12 camera (48 MP resolution) and analyzed using MATLAB software. The results showed that hue values consistently decreased with increasing ripeness, from 0.14 in unripe fruit to 0.09 in overripe fruit. RGB color components, especially red, showed significant relationships with hue and with the physical (texture) and chemical (TSS and pH) properties of the fruit. The strongest correlations were observed between red and hue ( $r = -0.96$ ), and between red and pH ( $r = 0.96$ ). Thus, digital color image analysis can be an accurate and efficient visual indicator for determining the ripeness level and quality of pineapple.

**Keywords**— Pineapple, Ripeness, RGB, Hue, Digital Image Processing, Fruit Quality, Non-Destructive Method

---

## I. PENDAHULUAN

Nanas merupakan tanaman hortikultura utama di Desa Tangkit Baru, Kecamatan Sungai Gelam, Kabupaten Muaro Jambi, yang telah menjadi sumber pendapatan utama bagi penduduknya (Asmaida dan Zarkasih, 2018). Nanas dari Desa Tangkit telah diakui sebagai produk unggulan Provinsi Jambi melalui Surat Keputusan Menteri Pertanian No.101/kpts/TP.204/3/2000, dengan

lebih dari 90% produksi nanas di provinsi tersebut berasal dari desa ini (BPS, 2022). Permintaan nanas yang berkualitas tinggi baik untuk konsumsi langsung maupun industri membuat penentuan tingkat kematangan nanas sangat mempengaruhi kualitas buah, termasuk kesegaran, rasa dan kandungan nutrisi (Condro dan Stefanie, 2022). Biasanya, kematangan buah diukur berdasarkan perubahan warna buah, yang menunjukkan perkembangan sifat fisik dan kimianya (Simanjuntak, 2023).

Menentukan tingkat kematangan, metode pengolahan citra digital menjadi solusi yang umum digunakan (Sutoyo, 2011). Pengolahan citra memanfaatkan analisis warna dengan model warna RGB dan HSV (Putranto, 2010). Model HSV dianggap lebih efektif karena mendekati cara manusia memahami warna (Kurniawan, 2022). matlab adalah perangkat lunak yang sering digunakan dalam pengolahan citra, memungkinkan pengembangan aplikasi untuk analisis data dan visualisasi (Cahyono, 2013). Penelitian Ninosaria dan Mardiana (2022) menunjukkan bahwa pengolahan citra digital dengan menggunakan model warna dan metode klasifikasi tertentu, seperti LDA dan logika Fuzzy, dapat mencapai akurasi tinggi. Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini akan mengkaji tingkat kematangan buah nanas Varietas Tangkit menggunakan model warna RGB dan HSV serta metode jaringan saraf tiruan, untuk meningkatkan kualitas produksi nanas di desa tersebut.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### a. Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan yaitu buah nanas Varietas Tangkit dari Desa Tangkit Baru, Kecamatan Sungai Gelam, Kabupaten Muaro Jambi. Bahan pendukungnya adalah tissue dan aquades. Alat yang digunakan meliputi: laptop, kamera Samsung M12, Windows 10, Matlab, color box, timbangan digital, penggaris, *texture analyzer*, *refractometer*, ph meter, pipet tetes, pisau, parutan, kertas saring, kertas label, klip, dan kertas hvs.

### b. Pelaksanaan Penelitian Rancangan percobaan

**Tahap 1 : Pengambilan citra dan analisis warna buah nanas berdasarkan nilai RGB dan hue.** Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan warna buah nanas selama proses pematangan menggunakan analisis citra digital. Buah nanas Varietas Tangkit pada tiga tingkat kematangan, yaitu mentah, matang dan sangat matang, diambil citranya, kemudian dianalisis menggunakan parameter RGB dan hue. Analisis pertama dilakukan dengan mengukur nilai rata-rata RGB dari citra buah nanas. Nilai ini digunakan untuk melihat perubahan dominasi warna pada setiap tingkat kematangan. Setelah itu, dilakukan konversi dari model RGB ke Hue-Saturation-Value untuk mendapatkan nilai hue, yang lebih representatif dalam mendeskripsikan perubahan warna buah nanas selama pematangan. Untuk mengetahui apakah perubahan nilai hue ini berbeda nyata antar tingkat kematangan, dilakukan analisis disik ragam (ANOVA). Jika hasil analisis menunjukkan perbedaan yang signifikan, maka dilakukan uji lanjut DNMRT pada taraf 5% untuk menentukan kelompok data yang berbeda secara signifikan. Tahap ini bertujuan untuk memahami

pola perubahan warna pada buah nanas berdasarkan nilai RGB dan hue, sehingga dapat digunakan untuk metode identifikasi tingkat kematangan secara non-destruktif.

**Tahap 2 : Analisis hubungan tingkat kematangan buah nanas dengan sifat fisik dan kimia.** Pada tahap ini, dilakukan analisis untuk menentukan pengaruh tingkat kematangan terhadap sifat fisik dan kimia buah nanas. Parameter yang diuji meliputi berat, geometric mean diameter, tekstur, total padatan terlarut dan pH. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antar tingkat kematangan. Jika hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang nyata, maka dilakukan uji lanjut DNMRT pada taraf 5% untuk menentukan kelompok data yang berbeda secara signifikan.

**Tahap 3 : Penentuan hubungan komponen red, green, blue dan hue dengan tekstur, total padatan terlarut dan pH buah nanas Varietas Tangkit.** tahap ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara komponen warna (red, green, blue dan hue) dengan karakteristik fisik dan kimia buah nanas, yaitu tekstur, total padatan terlarut dan pH. Analisis ini dilakukan dengan memplot data nilai red, green, blue dan hue pada sumbu x terhadap nilai tekstur, total padatan terlarut dan pH pada sumbu y. Untuk mengetahui korelasi antar variabel, dilakukan regresi linier guna memperoleh persamaan hubungan antara warna dengan parameter fisik dan kimia buah nanas. Jika nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) dari persamaan yang diperoleh lebih dari 0,5 maka persamaan regresi yang diperoleh dapat dianggap cukup baik dalam menjelaskan keterkaitan antara warna dengan karakteristik fisik dan kimia buah nanas (Ghozali, 2018).

#### **Persiapan bahan**

Buah nanas dipanen pada tiga tingkat kematangan: mentah, matang, dan sangat matang, sesuai pedoman Bakar (2013). Nanas mentah berwarna hijau tua, nanas matang memiliki 20%-50% mata kekuningan, dan nanas sangat matang lebih dari 75% mata kekuningan. Semua nanas yang digunakan bebas cacat fisik. Pada tahap pertama dan ketiga penelitian, masing-masing disiapkan 15 buah per tingkat kematangan, dengan total 45 buah per tahap.

#### **Pengambilan Citra**

Citra buah nanas diambil menggunakan kamera smartphone Samsung M12 (48 MP) untuk tiga tingkat kematangan: mentah, matang, dan sangat matang. Setiap tingkat kematangan difoto 15 kali, dengan empat sudut berbeda (depan, kanan, kiri, belakang), sehingga setiap buah menghasilkan 4 citra. Jarak pengambilan sekitar 25 cm, mengacu pada penelitian Vernanda (2022). Pengambilan citra dilakukan dalam colour box dengan latar belakang kertas HSV putih untuk memudahkan pemisahan objek dan latar belakang. Citra diambil tanpa mahkota buah, menghasilkan total 180 citra.

#### **Pengolahan Citra**

Pengolahan citra nanas menggunakan model warna RGB dan HSV di Matlab dimulai dengan membaca gambar dalam format RGB, lalu dikonversi ke model HSV untuk analisis warna yang lebih efektif. Segmentasi citra dilakukan pada model RGB dengan mengekstraksi saluran merah, hijau, dan biru untuk memisahkan warna kuning kulit nanas menggunakan ambang batas tertentu. Pada model HSV, segmentasi dilakukan berdasarkan komponen hue, saturation, dan value, di mana warna kuning diisolasi berdasarkan rentang nilai hue dan saturation yang tinggi.

**Pengamatan Sifat Fisik Dan Kimia**

Pengamatan sifat fisik dan kimia nanas mencakup berat, bentuk (geometric mean diameter), tekstur, total padatan terlarut, dan pH. Setiap tingkat kematangan diamati sebanyak 5 kali, menghasilkan 15 satuan percobaan. Tekstur, total padatan terlarut, dan pH diukur dengan mengambil rata-rata dari tiga bagian buah: ujung, pangkal, dan tengah. Analisis statistik dilakukan untuk menentukan parameter fisik dan kimia yang dapat digunakan dalam identifikasi tingkat kematangan nanas.

**c. Analisis Data**

Data penelitian dianalisis menggunakan analisis korelasi dan regresi. Analisis korelasi digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara dua variabel atau lebih, sedangkan analisis regresi digunakan untuk memprediksi pengaruh antar variabel yang telah terdeteksi melalui korelasi. Proses analisis menggunakan SPSS 29. Sementara itu, untuk membantu interpretasi koefisien korelasi yang dihasilkan, digunakan pedoman klasifikasi hubungan antar variabel sebagaimana dikemukakan oleh Sugiyono (2018) yang ditampilkan pada Tabel 1. Tabel ini berguna untuk mengklarifikasikan kekuatan hubungan antar variabel, apakah sangat lemah, lemah, sedang, kuat, atau sangat kuat.

Tabel 1. Interpretasi koefisien korelasi

Nilai Koefisien Korelasi (r)	Kategori Hubungan
0,00 - 0,20	Sangat lemah
0,20 - 0,40	Lemah
0,41 - 0,60	Sedang
0,61 - 0,80	Kuat
0,80 - 1,00	Sangat kuat

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**a. Citra dan Nilai RGB pada Tiga Tingkat Kematangan Buah Nanas**

Buah nanas varietas Tangkit yang dipanen berdasarkan Bakar (2013), diambil citranya dan diperoleh nilai RGB pada tiga tingkat kematangan, nilai rentang dan nilai rata-rata disajikan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Nilai Rata-Rata RGB (Red, Green, Blue) dan Hue dari Tingkat Kematangan Buah Nanas

Tingkat Kematangan	Citra	Nilai RGB			Rentang RGB		
		R	G	B	R	G	B
Mentah		93 ± 2,48	82 ± 2,13	65 ± 2,81	87 - 96	77 - 85	58 - 71
Matang		103 ± 6,14	87 ± 3,87	56 ± 3,88	94 - 111	79 - 95	44 - 63
Sangat Matang		120 ± 5,96	84 ± 3,16	45 ± 3,64	108 - 131	79 - 90	37 - 51

Dari **Tabel 2** menunjukkan nilai rata-rata RGB dan rentang RGB yang diperoleh dari 45 citra buah nanas varietas Tangkit dengan tiga tingkat kematangan yaitu mentah, matang dan sangat matang. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai red mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya tingkat kematangan buah nanas, sedangkan nilai blue cenderung menurun. Buah nanas mentah memiliki nilai R (red) rata-rata 93 dengan rentang 87 – 96, G (green) rata-rata 83 dengan rentang 77 – 85 dan B (blue) rata-rata 65 dengan rentang 58 – 71. Buah nanas matang, nilai RGB berada pada rentang 94 - 111 (R), 79 - 95 (G), 44 - 63 (B) dengan nilai rata-rata *Red* (R) : 103, *Green* (G) : 87, dan *Blue* (B) : 55. Sementara itu, buah nanas sangat matang nilai RGB berada pada rentang 108 - 131 (R), 79 - 90 (G), 37 - 51 (B) dengan nilai rata-rata *Red* (R) : 120, *Green* (G) : 84, dan *Blue* (B) : 45. Rentang nilai RGB yang ditemukan dalam penelitian ini relatif mirip dengan penelitian yang dilakukan oleh Lustini *et al.* (2019), yang melaporkan nilai Red pada buah nanas matang berkisar antara 90–120, dan Blue antara 40–65. Setyawan dan Riyadi (2020), juga melaporkan tren serupa pada buah nanas jenis Queen, dengan nilai Red meningkat dari 89 ke 117 selama pematangan, sementara nilai Blue menurun dari 67 ke 49. Rentang yang serupa menunjukkan adanya konsistensi dalam karakteristik visual buah nanas antarvarietas atau studi berbeda, sekaligus memperkuat validitas penggunaan data RGB sebagai indikator visual tingkat kematangan buah secara non-destruktif.

- b. Pengaruh Tingkat Kematangan Terhadap Warna Buah Nanas Berdasarkan Nilai RGB**  
 Tujuan penelitian Tahap 2 adalah untuk mengetahui apakah nilai hue yang diperoleh dari pengamatan citra berdasarkan RGB sudah berbeda nyata pada setiap tingkat kematangan buah nanas. Hasil analisis ragam ditampilkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Rentang Nilai Hue

Tingkat Kematangan	Nilai Hue	Rentang Nilai Hue		Deskripsi Warna	Warna
		Min	Max		
Mentah	0,14 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,13	0,17	Coklat kehijauan gelap	
Matang	0,12 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,11	0,12	Coklat keemasan pudar	
Sangat Matang	0,09 ± 0,00 <sup>c</sup>	0,08	0,10	Coklat jingga tua	

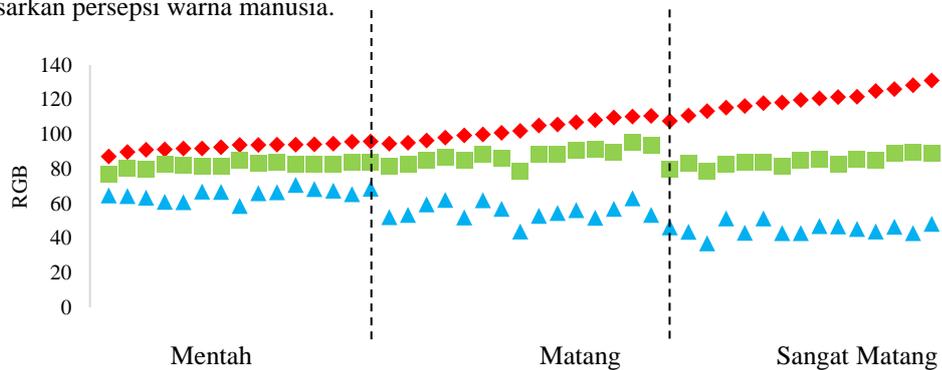
Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji DNMR.

Berdasarkan **Tabel 3** menunjukkan bahwa nilai hue buah nanas mengalami perubahan signifikan seiring peningkatan tingkat kematangan. Buah nanas mentah memiliki nilai hue rata-rata sebesar 0,14 ± 0,01 (rentang 0,13–0,17), menghasilkan warna coklat kehijauan gelap. Ketika memasuki tahap matang, nilai hue menurun menjadi rata-rata 0,12 ± 0,01 (rentang 0,11–0,12), mencerminkan transisi warna menjadi coklat keemasan pudar akibat degradasi klorofil dan

peningkatan karotenoid (Wills *et al.*, 2007). Pada buah sangat matang, nilai hue turun lebih lanjut menjadi  $0,09 \pm 0,00$  (rentang 0,08–0,10), yang menunjukkan dominansi pigmen karotenoid dan menghasilkan warna coklat jingga tua. Perubahan ini sejalan dengan karakteristik visual buah tropis selama pematangan.

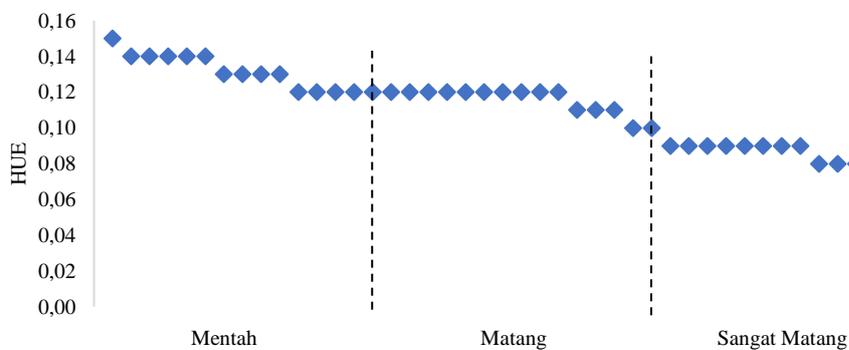
**c. Perubahan pola warna RGB dan Hue buah nanas**

Pola RGB dan hue digunakan untuk menganalisis perubahan warna pada buah nanas seiring dengan tingkat kematangannya. RGB terdiri dari tiga komponen warna utama yaitu red, green dan blue, yang masing-masing mengalami perubahan nilai saat buah mengalami proses pematangan. RGB memberikan informasi yang lebih terperinci mengenai komponen warna secara spesifik, sedangkan hue digunakan untuk menunjukkan perubahan warna dalam skala yang lebih umum berdasarkan persepsi warna manusia.



Gambar 1. Perubahan pola warna RGB buah nanas

**Gambar 1** menunjukkan perubahan pola warna nilai RGB pada buah nanas selama proses pematangan. Berdasarkan grafik, nilai red mengalami peningkatan secara bertahap seiring dengan meningkatnya tingkat kematangan buah, terutama setelah memasuki tahap matang hingga sangat matang. Peningkatan ini menandakan dominansi pigmen karotenoid yang memberikan rona jingga hingga kecokelatan pada kulit buah nanas (Kalt, 2005; Yahia, 2011). Sebaliknya, nilai green cenderung stabil dari tahap mentah hingga matang, namun mengalami penurunan pada tahap sangat matang, yang mengindikasikan degradasi klorofil seiring proses pematangan (Azene *et al.*, 2014). Sementara itu, nilai blue menunjukkan tren penurunan signifikan dari tahap mentah ke sangat matang, yang merefleksikan pergeseran warna kulit buah ke arah spektrum warna hangat, didominasi oleh pigmen karotenoid (Chitarra & Chitarra, 2005; Khandaker *et al.*, 2013).



Gambar 2. Pola nilai hue buah nanas

**Gambar 2** menunjukkan bahwa nilai hue buah nanas menurun seiring meningkatnya tingkat kematangan. Pada tahap mentah, nilai hue berada pada titik tertinggi, lalu secara bertahap menurun saat buah memasuki tahap matang dan semakin rendah pada tahap sangat matang. Pola ini mencerminkan pergeseran warna kulit buah dari kehijauan ke arah kuning hingga jingga tua, yang disebabkan oleh berkurangnya kandungan klorofil dan meningkatnya pigmen karotenoid. Penurunan hue selama pematangan juga diamati oleh Khandaker *et al.* (2012) pada buah pisang dan Azene *et al.* (2014) pada mangga, di mana degradasi klorofil dan sintesis pigmen kuning-oranye menjadi indikator utama dalam proses pematangan. Demikian pula, Fathima *et al.* (2016) melaporkan bahwa perubahan nilai hue berkorelasi erat dengan tahap fisiologis pematangan, sehingga dapat dijadikan parameter visual dalam evaluasi mutu buah.

**d. Pengaruh Tingkat Kematangan Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Buah Nanas**

Tujuan analisis pengaruh tingkat kematangan terhadap sifat fisik dan kimia buah nanas adalah untuk mengevaluasi parameter fisik dan kimia mana yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat kematangan buah nanas Varietas Tangkit. Parameter fisik dan kimia yang diuji adalah berat, GMD, tekstur total padatan terlarut dan pH. Data hasil analisis ragam ditampilkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Nilai sifat fisik dan kimia buah nanas

Tingkat Kematangan	Berat (gram)	GMD (cm <sup>3</sup> )	Tekstur	Total Padatan Terlarut (brix <sup>o</sup> )	pH
Mentah	883	12,44	12,88 <sup>a</sup>	11,64 <sup>a</sup>	4,03 <sup>a</sup>
Matang	952	12,94	7,10 <sup>b</sup>	13,50 <sup>b</sup>	4,43 <sup>b</sup>
Sangat Matang	975	13,48	5,75 <sup>c</sup>	15,64 <sup>c</sup>	4,67 <sup>c</sup>

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji DNMR.

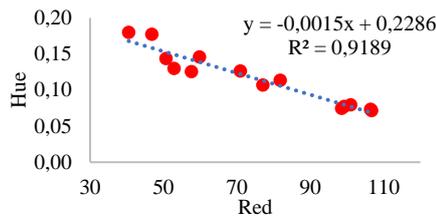
**Tabel 4** menunjukkan bahwa tingkat kematangan buah nanas berpengaruh signifikan terhadap beberapa parameter fisik dan kimia. Seiring meningkatnya tingkat kematangan, berat dan *Geometric Mean Diameter* (GMD) buah cenderung meningkat. Buah nanas pada tahap mentah memiliki berat rata-rata 883 gram dan GMD sebesar 12,44 cm<sup>3</sup>, kemudian meningkat menjadi 975 gram dan 13,48 cm<sup>3</sup> pada tahap sangat matang. Meskipun demikian, parameter berat dan GMD tidak mengalami perubahan ekstrem dan cenderung stabil, sehingga kurang efektif untuk digunakan sebagai indikator utama tingkat kematangan (Wills *et al.*, 2007). Perubahan yang paling mencolok terlihat pada tekstur, total padatan terlarut (TPT), dan pH buah. Tekstur buah menurun secara signifikan dari 12,88 N pada tahap mentah menjadi 5,75 N pada tahap sangat matang, yang menunjukkan pelunakan jaringan buah. Pelunakan ini disebabkan oleh aktivitas enzim pektinase yang memecah dinding sel, sehingga tekstur buah menjadi lebih lunak (Yapo, 2011; Singh & Prasad, 2021). Selain itu, kandungan TPT meningkat dari 11,64 °Brix pada tahap mentah menjadi 15,64 °Brix pada tahap sangat matang. Hal ini menunjukkan peningkatan kandungan gula sebagai hasil konversi pati selama pematangan, yang mempermanis rasa buah (Padule *et al.*, 2019; Siti *et al.*, 2022). Peningkatan pH dari 4,03 menjadi 4,67 juga menunjukkan penurunan keasaman, karena asam organik dalam buah cenderung menurun selama proses pematangan (Zhang *et al.*, 2020), sehingga parameter tekstur, TPT, dan pH terbukti menjadi indikator yang lebih sensitif dan efektif dalam mengidentifikasi tingkat kematangan buah nanas dibandingkan berat dan GMD.

**e. Hubungan komponen warna RGB dan hue dengan sifat fisik dan kimia buah nanas**

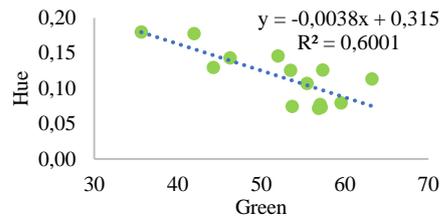
Tujuan pengamatan hubungan komponen warna RGB dan hue dengan sifat fisik dan kimia buah nanas adalah untuk memahami bagaimana parameter warna yang direpresentasikan dalam model RGB (Red, Green, Blue) dan hue berkorelasi dengan karakteristik fisik dan kimia buah nanas. Hasil pengamatan sifat fisik dan kimia seperti tekstur, total padatan terlarut dan pH pada setiap tingkat kematangan diplot pada sb. Y dan nilai komponen warna RGB (red, green dan blue) dan hue diplot pada sb. X. Dari hasil plot tersebut, diperoleh persamaan garis yang dapat digunakan untuk menggambarkan hubungan antar nilai tekstur, total padatan terlarut dan pH dengan nilai red, green, blue dan hue.

**Hubungan komponen warna red, green, blue dengan hue**

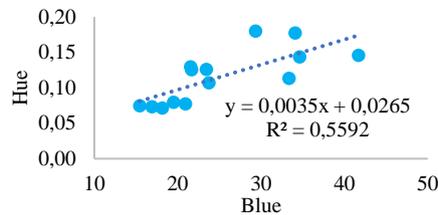
Proses pematangan buah nanas ditandai dengan pelunakan daging buah akibat degradasi pektin dalam dinding sel. Selama pematangan, enzim seperti pectin methyl esterase (PME) dan polygalacturonase (PG) mengubah protopektin yang tidak larut air diubah menjadi pektin yang larut air, melemahkan daya kohesi dinding sel dan menyebabkan penurunan kekerasan buah (Prabasari, 2024). Hal ini dapat diamati pada hubungan antara nilai warna red, green, blue dan hue terhadap tekstur buah nanas sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 3, 4, dan 5**.



Gambar 3. Hubungan red dengan hue



Gambar 4. Hubungan green dengan hue

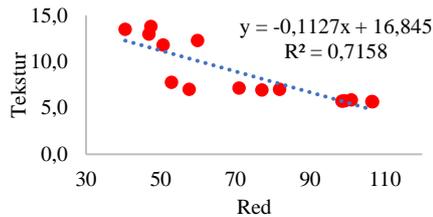


Gambar 5. Hubungan blue dengan hue

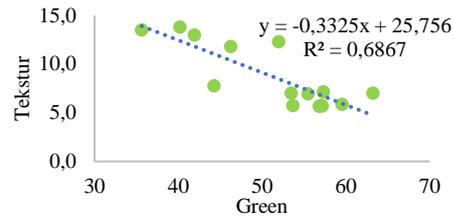
Berdasarkan **Gambar 3, 4 dan 5** menunjukkan hubungan antara komponen red, green, blue dengan nilai hue buah nanas Varietas Tangkit. Grafik pertama (**Gambar 3**) menunjukkan hubungan antara nilai red dengan hue, dengan persamaan regresi  $y = -0,0015x + 0,2286$ ,  $R^2 = 0,9189$ , dan koefisien korelasi  $r = -0,9586$ , yang menunjukkan korelasi negatif sangat kuat. Artinya, semakin tinggi nilai red, semakin rendah nilai hue. Hal ini menunjukkan bahwa dominasi warna merah saat buah matang menggeser nilai hue ke arah spektrum yang lebih rendah. Perubahan ini berkaitan dengan degradasi klorofil dan akumulasi pigmen karotenoid, seperti beta-kriptosantin dan beta-karoten, yang memperkuat warna jingga hingga merah pada permukaan buah (Chen *et al.*, 2021; Gómez *et al.*, 2016). Grafik kedua (**Gambar 4**) menunjukkan hubungan antara nilai green dan hue, dengan persamaan  $y = -0,0038x + 0,315$ ,  $R^2 = 0,6001$ , dan  $r = -0,7745$ , yang menunjukkan korelasi negatif kuat. Ini mengindikasikan bahwa semakin rendah nilai green, semakin rendah pula nilai hue. Penurunan intensitas hijau umumnya terjadi karena degradasi klorofil selama pematangan, yang

menyebabkan hilangnya dominasi warna hijau dan memunculkan warna kuning atau jingga (Maran *et al.*, 2021). Grafik ketiga (**Gambar 5**) menunjukkan hubungan antara nilai blue dengan hue, dengan persamaan  $y = 0,0035x + 0,0265$ ,  $R^2 = 0,5592$ , dan  $r = 0,7480$ , yang menunjukkan korelasi positif sedang. Ini berarti bahwa peningkatan nilai blue berasosiasi dengan kenaikan nilai hue. Walaupun tidak dominan, komponen biru tetap berperan dalam pembentukan persepsi visual terhadap warna kulit buah selama proses pematangan, terutama melalui perubahan pantulan spektral (Barreiro *et al.*, 2020).

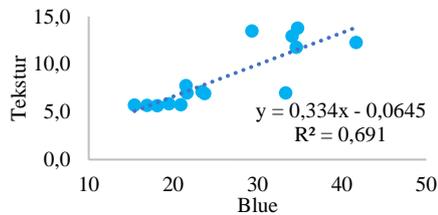
**Hubungan komponen warna red, green, blue dan hue dengan Tekstur**



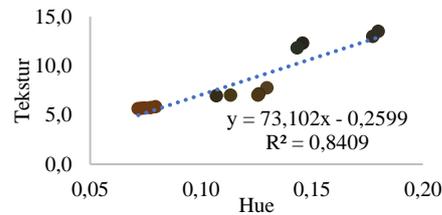
Gambar 6. Hubungan red dengan Tekstur



Gambar 7. Hubungan green dengan Tekstur



Gambar 8. Hubungan blue dengan Tekstur



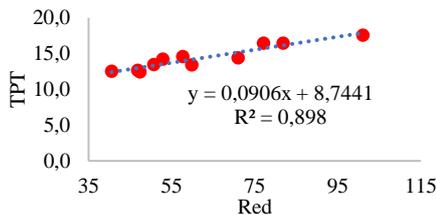
Gambar 9. Hubungan hue dengan tekstur

Berdasarkan **Gambar 6, 7, 8** dan **9** menunjukkan hubungan antara komponen red, green, blue dan hue dengan tekstur buah nanas. Grafik pertama (**Gambar 6**) menunjukkan hubungan antara nilai red dengan tekstur, dengan persamaan regresi  $y = -0,1127x + 16,845$  dan  $R^2 = 0,7158$ . Nilai ini menunjukkan koefisien korelasi ( $r$ ) = -0,8459, yang berarti terdapat korelasi negatif yang kuat antara nilai red dan tekstur, yaitu semakin tinggi nilai red, semakin rendah nilai tekstur. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan warna ke arah merah berkaitan dengan pelunakan jaringan akibat proses degradasi pektin selama pematangan (Wills *et al.*, 2007). Grafik kedua (**Gambar 7**) menggambarkan hubungan nilai green dengan tekstur, dengan persamaan regresi  $y = -0,3325x + 25,756$  dan  $R^2 = 0,6867$ , sehingga  $r = -0,8289$ . Ini menunjukkan korelasi negatif yang cukup kuat, meskipun tidak sekuat red. Artinya, semakin tinggi nilai green, semakin rendah nilai tekstur. Penurunan warna hijau ini berhubungan dengan degradasi klorofil selama proses pematangan, yang merupakan indikator umum perubahan fisiologis pada buah. Grafik ketiga (**Gambar 8**) menunjukkan hubungan nilai blue dengan tekstur, dengan persamaan  $y = 0,334x - 0,0645$  dan  $R^2 = 0,691$ , sehingga  $r = 0,8311$ . Hal ini menunjukkan korelasi positif yang cukup kuat, artinya peningkatan nilai blue berkaitan dengan peningkatan nilai tekstur. Nilai blue yang meningkat bisa dikaitkan dengan perubahan spektrum pantulan cahaya pada permukaan buah seiring pelunakan dan perubahan senyawa fenolik (Zhu *et al.*, 2020). Grafik keempat (**Gambar 9**) memperlihatkan hubungan antara nilai hue dan tekstur, dengan persamaan regresi  $y = 73,102x - 0,2599$  dan  $R^2 = 0,8409$ , sehingga  $r = 0,9170$ . Ini menunjukkan korelasi positif yang sangat kuat, artinya semakin

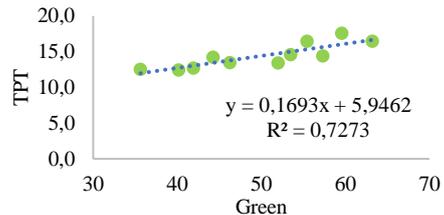
tinggi nilai hue, semakin tinggi pula nilai tekstur buah nanas. Nilai hue yang tinggi cenderung mencerminkan warna kuning cerah yang khas pada nanas matang, yang secara fisiologis berkaitan dengan akumulasi pigmen dan kekencangan jaringan (Jha *et al.*, 2010).

**Hubungan komponen warna red, green, blue dan hue dan hue dengan Total Padatan Terlarut**

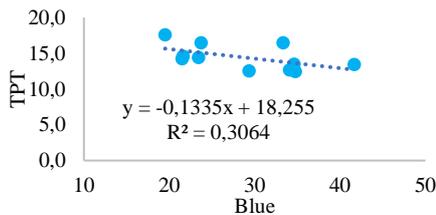
Hubungan antara komponen warna red, green, blue dan hue dengan total padatan terlarut pada buah nanas berkaitan dengan proses pematangan. Selama pematangan, pigmen dalam buah mengalami perubahan, yang tercermin dalam pergeseran nilai warna red, green, blue dan hue. Perubahan ini sering kali berkorelasi dengan peningkatan kadar gula dan senyawa terlarut lainnya, yang meningkatkan total padatan terlarut. Hal ini dapat diamati pada **Gambar 10, 11, 12, dan 13** yang menunjukkan hubungan antara komponen warna RGB, hue dengan total padatan terlarut.



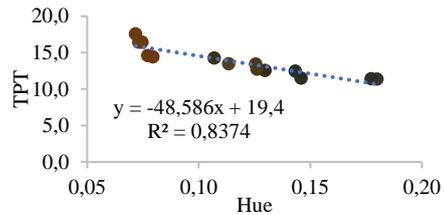
Gambar 10. Hubungan nilai red dengan TPT



Gambar 11. Hubungan nilai green dengan TPT



Gambar 12. Hubungan nilai blue dengan TPT



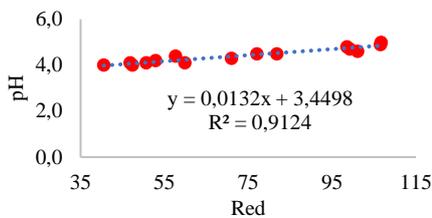
Gambar 13. Hubungan nilai hue dengan total padatan terlarut

Berdasarkan **Gambar 10, 11, 12, dan 13** menunjukkan hubungan antara komponen warna red, green, blue dan hue dengan Total Padatan Terlarut (TPT) pada buah nanas. Grafik pertama (**Gambar 10**) menunjukkan hubungan antara nilai red dengan TPT, dengan persamaan regresi  $y = 0,0906x + 8,7441$ ,  $R^2 = 0,898$ , sehingga diperoleh  $r = 0,9476$ . Nilai ini menunjukkan korelasi positif sangat kuat, yang berarti semakin tinggi nilai red, semakin tinggi kadar TPT buah. Hal ini mencerminkan akumulasi gula selama proses pematangan, yang juga diiringi perubahan warna ke arah merah atau jingga (Wills *et al.*, 2007). Grafik kedua (**Gambar 11**) nilai green juga menunjukkan korelasi positif terhadap TPT dengan persamaan  $y = 0,1693x + 5,9462$ ,  $R^2 = 0,7273$ , dan  $r = 0,8528$ . Korelasi ini cukup kuat dan menunjukkan bahwa meskipun nilai green biasanya menurun selama pematangan, pada tahap transisi warna, masih dapat terjadi peningkatan reflektansi hijau yang berkaitan dengan kenaikan TPT (Jha *et al.*, 2010). Grafik ketiga (**Gambar 12**) menunjukkan hubungan negatif lemah antara nilai blue dan TPT, dengan persamaan  $y = -0,1335x + 18,255$ ,  $R^2 = 0,3064$ , dan  $r = -0,5535$ . Artinya, semakin tinggi nilai blue, cenderung semakin rendah kadar TPT. Pantulan warna biru yang tinggi sering diasosiasikan dengan buah yang belum matang sempurna dan kandungan gula yang belum maksimal (Zhu *et al.*, 2020). Sementara itu, Grafik keempat (**Gambar 13**) memperlihatkan hubungan antara hue dan TPT dengan korelasi negatif sangat kuat, berdasarkan persamaan  $y = -48,586x + 19,4$ ,  $R^2 = 0,8374$ , dan  $r = -0,9151$ . Ini

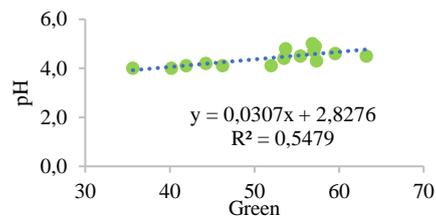
menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai hue (yang mengarah ke warna kuning cerah), justru kadar TPT menurun. Hal ini kemungkinan mencerminkan kondisi kematangan lanjutan atau overripening, di mana kandungan gula mulai dikonversi ke senyawa lain seperti alkohol dan asam organik (Kader, 2002).

### Hubungan komponen warna red, green, blue dan hue dengan pH

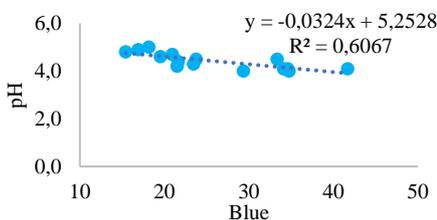
Hubungan komponen warna red, green, blue dan hue dengan pH pada buah nanas berkaitan dengan perubahan kimia selama proses pematangan. Warna buah dipengaruhi oleh pigmen seperti klorofil, karotenoid dan antosianin, yang mengalami perubahan seiring dengan penurunan atau peningkatan kadar asam. Selama pematangan, kadar asam organik dalam buah menurun, menyebabkan peningkatan pH. Perubahan ini sering kali diiringi oleh pergeseran warna, yang dapat diamati melalui perubahan nilai red, green, blue dan hue. Misalnya, buah yang masih muda cenderung memiliki warna hijau dengan nilai hue tinggi, sedangkan buah yang matang menunjukkan warna lebih merah, kuning atau oranye, dengan pH yang lebih tinggi akibat penurunan keasaman (Hayat. 2021). Hal ini dapat diamati pada Gambar 14, 15, 16 dan 17, yang menunjukkan hubungan antara nilai red, green, blue dan hue dengan pH.



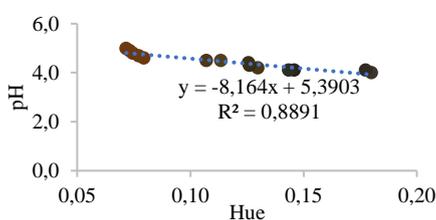
Gambar 14. Hubungan nilai red dengan pH



Gambar 15. Hubungan nilai green dengan pH



Gambar 16. Hubungan nilai blue dengan pH



Gambar 17. Hubungan nilai hue dengan pH

Berdasarkan **Gambar 14, 15, 16 dan 17** menunjukkan hubungan antara komponen warna red, green, blue dan hue dengan pH pada buah nanas. Grafik pertama (**Gambar 14**) hubungan antara nilai red dengan pH, dengan persamaan regresi  $y = 0,0132x + 3,4498$ ,  $R^2 = 0,9124$ , dan  $r = 0,9552$ . Ini menunjukkan korelasi positif sangat kuat, yang berarti bahwa semakin tinggi nilai red, semakin tinggi pula nilai pH buah. Peningkatan nilai red selama pematangan berkaitan erat dengan degradasi pigmen hijau dan akumulasi pigmen karotenoid, yang seiring dengan penurunan keasaman buah (Wills *et al.*, 2007). Grafik kedua (**Gambar 15**) nilai green menunjukkan korelasi positif sedang terhadap pH, dengan persamaan  $y = 0,0307x + 2,8276$ ,  $R^2 = 0,5479$ , dan  $r = 0,7401$ . Artinya, meskipun klorofil menurun selama pematangan, reflektansi hijau yang tersisa bisa mengindikasikan tahap awal perubahan pH pada buah nanas (Matsumura *et al.*, 2017). Grafik ketiga (**Gambar 16**) menunjukkan hubungan negatif sedang antara nilai blue dan pH, dengan persamaan  $y = -0,0324x + 5,2528$ ,  $R^2 = 0,6067$ , dan  $r = -0,7786$ . Ini berarti bahwa peningkatan pantulan warna biru cenderung terjadi pada buah dengan tingkat keasaman lebih tinggi, atau dengan kata lain, buah yang kurang

matang (Zhu *et al.*, 2020). Sementara itu, grafik keempat (**Gambar 17**) menunjukkan korelasi negatif sangat kuat antara nilai hue dan pH, dengan persamaan regresi  $y = -8,164x + 5,3903$ ,  $R^2 = 0,8891$ , dan  $r = -0,9434$ . Semakin tinggi nilai hue (mengarah ke warna kuning cerah), semakin rendah nilai pH. Hal ini mencerminkan perubahan senyawa asam selama pematangan lanjut, di mana keasaman relatif meningkat akibat dominasi asam organik dibandingkan gula pada tahap akhir (Kader, 2002; Jha *et al.*, 2010).

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pengolahan citra digital menggunakan model warna RGB dan hue efektif dalam mengidentifikasi tingkat kematangan buah nanas varietas Tangkit. Nilai hue terbukti menurun secara konsisten dari 0,14 (mentah), 0,12 (matang), hingga 0,09 (sangat matang), sejalan dengan proses fisiologis pematangan buah. Perubahan nilai warna RGB dan hue berkorelasi erat dengan perubahan sifat fisik (berat, GMD, tekstur) dan sifat kimia (total padatan terlarut dan pH). Komponen red menunjukkan korelasi paling konsisten dan signifikan terhadap hue ( $r = -0,96$ ), TPT ( $r = 0,95$ ), pH ( $r = 0,96$ ), dan tekstur ( $r = -0,85$ ). Sementara itu, hue juga memiliki hubungan kuat terhadap tekstur ( $r = 0,92$ ), TPT ( $r = -0,91$ ), dan pH ( $r = -0,94$ ). Dengan demikian, nilai red dan hue dapat dijadikan indikator visual utama yang andal dalam memprediksi tingkat kematangan dan perubahan mutu fisik maupun kimia buah nanas secara non-destruktif.

#### TERIMA KASIH

Diucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Asmaida dan Zarkasih. (2018). Pendapatan Usahatani Nanas (*Ananas Comosus* (L.) Merr) Di Desa Tangkit Baru Kecamatan Sungai Gelam Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Media Agribisnis*, Vol. 3(1) : 39-47.
- Bakar, B. H. A., Ishak, A. J., Shamsuddin, R. (2013). *Matangness Level Classification for Pineapple Using RGB and HSI Colour Maps*. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. Vol. 57 (3).
- Barreiro, P., Ruiz-Altisent, M., & Valero, C. (2020). Hyperspectral and multispectral imaging for quality evaluation of horticultural products. *Biosystems Engineering*, 197, 135–151.
- Barus, A. P. Y. (2011). Penurunan Mutu Buah Nanas (*Ananas Comosus* (L.) Merr.) dalam Kemasan Setelah Transportasi Darat. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- BPS. (2022). Data Produksi Nanas. Tersedia di <https://dataindonesia.id/agribisnis-kehutanan/detail/indonesia-produksi-nanas-hingga-289-juta-ton-pada-2021>
- Cahyono, B. (2013). Penggunaan Software Matrix Laboratory (Matlab) dalam Pembelajaran Aljabar Linier. Jurusan Tadris Matematika. FITK IAIN Walsiongo.
- Chen, L., Zhang, B., Yang, H., & Sun, L. (2021). Characterization of carotenoid accumulation and gene expression during fruit ripening in pineapple (*Ananas comosus*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 96, 103709.
- Condro, N., & Stefanie, S. Y. (2022). Kandungan Gula Buah Nanas Madu (*Ananas Comosus* L. Merr) pada Tingkat Kematangan yang Berbeda. *Jurnal DINAMIS*, 19(2): 123-128. diakses 24 Januari 2024
- FAMA. (2011). Menuju ke Arah Kualiti Malaysia Best : Nanas. Malaysia.

- Ghozali, I. (2018). Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25 Edisi Ke-9. Semarang. Universitas Diponegoro. ISBN: 9797040151.
- Gómez, A. H., He, Y., & Pereira, A. G. (2016). Non-destructive measurement of pineapple fruit maturity using machine vision. *Postharvest Biology and Technology*, 111, 31–39.
- Hayat, A. S., Syukri, M., Sakir. (2021). Identifikasi Tingkat Kematangan pada Buah Pisang Raja Dengan Menggunakan Metode Tranformasi Ruang Warna Hue Saturation Intensity (HSI). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Pertanian*. Vol. 2 (1).
- Jha, S. N., Matsuoka, T., & Mishra, H. N. (2010). Non-destructive methods for quality evaluation of fruits and vegetables. *Food Reviews International*, 26(2), 162–177.
- Kurniawan, S. D., Junaidi, T. (2022). Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbor dengan Metode Hue Saturation Value untuk Pendeteksi Kematangan Buah Jambu. *Jurnal Smart Comp*. Vol. 11 (3).
- Maran, J. P., Priya, B., & Al-Dhabi, N. A. (2021). Modeling and optimization of color parameters in ripening fruits using image analysis. *Journal of Food Science and Technology*, 58(6), 2240–2248.
- Matsumura, M., Mochizuki, A., & Yamamoto, H. (2017). Chlorophyll degradation and its regulation in senescing leaves and ripening fruits. *Plant Physiology and Biochemistry*, 118, 450–455.
- Ninosaria, D., & Mardiana, Y. (2022). Pengolahan Citra Digital pada Buah Nanas Menggunakan Metode Linear Discriminat Analisis (LDA). *Jurnal Sistem Informasi Komputer Dan Teknologi Informasi (SISKOMTI)*, 5(2), 1–10.
- Prabasari, I., Utama, N. A., Lestari, M. I., Djaafar, T. F. (2024). Pengaruh Precooling dan Coating Terhadap Chilling Injury Buah Nanas Queen (Ananas Comosus L.). *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 13 (2). Univesitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Simanjuntak, S. (2023). Verifikasi Penentuan Tingkat Kematangan Buah Nanas, Skripsi, Teknik Pertanian. Lampung: Universitas Lampung.
- Sutoyo. (2011). Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi Rgb. Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan.
- Vernanda, D., Purnawan, N. N., Apandi, T. H., Haryati. (2022). Analisis Data Untuk Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Nanas Menggunakan SVM. *Jurnal Ilmiah dan Teknologi Rekayasa*. Vol. 4 (2).
- Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., & Joyce, D. (2007). *Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals*. UNSW Press.
- Zhu, F., Cai, Y. Z., Sun, M., & Corke, H. (2020). Predicting fruit firmness and soluble solids content using hyperspectral reflectance imaging and multivariate analysis. *Food Analytical Methods*, 13(4), 894–903.