

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nanas

Nanas merupakan tanaman buah berupa semak yang memiliki nama ilmiah *Ananas comosus* (L.) Merr. Susunan taksonominya, tanaman buah nanas dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Angiospermae
Sub kelas	: Monocotyledonae
Ordo	: Farinosae
Famili	: Bromeliaceaceae
Genus	: Ananas
Spesies	: Ananas Comosus

Menurut Srilestari dan Suwardi (2021), kultivar nanas pada dasarnya dibagi dalam lima jenis terdiri dari Cayanne, queen, spanish, abacaxi dan maipure. Jenis cayene memiliki daun halus tanpa duri dan buahnya berukuran besar. Nanas queen ditandai dengan daun pendek yang berduri tajam dan buah berbentuk lonjong mirip kerucut. Nanas spanish memiliki daun panjang yang tipis dengan duri halus hingga kasar, serta buah yang bulat dengan mata datar. Terakhir nanas abacaxi memiliki daun panjang dengan duri kasar dan buah yang berbentuk silindris atau menyerupai piramida. Nanas maipure memiliki daun yang halus serta bentuk buah silindris.

Menurut Meinarti (2011), di Indonesia buah nanas umumnya dibagi menjadi dua golongan utama, yaitu cayenne dan queen. Di antara berbagai jenis nanas yang dibudidayakan, salah satu varietas yang telah resmi dilepas adalah nanas varietas Tangkit. Berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian No.103/kpts/TP.2004/3/2000 diakui pada Tahun 2000 dan termasuk dalam kelompok nanas queen, menjadikannya sebagai produk unggulan Provinsi Jambi (Amrullah, *et.all*, 2002).

Ciri-ciri nanas Varietas Tangkit meliputi bentuk buah yang lonjong dengan ujung dan pangkal yang sama. Tangkai buah memiliki panjang 13 - 15 cm, dengan ukuran buah panjang sekitar 18 - 20 cm, lingkaran pangkal 31,5 cm, lingkaran tengah 34,5 cm dan lingkaran ujung 35,5 cm. Buah yang matang secara fisiologis berwarna hijau kekuningan, sedangkan buah yang benar-benar matang berwarna kuning.

Mata buah memiliki lekukan dangkal, dan daging buah berwarna kuning dengan rasa manis (kadar gula 2%), sedikit berserat, serta kandungan air mencapai 84,97%. Bobot setiap buah sekitar antara 1,3 - 1,5 kg.

2.2 Tingkat Kematangan Buah Nanas

Tingkat kematangan buah memainkan peran krusial dalam menentukan kualitas nanas. Buah yang dipanen sebelum mencapai kematangan optimal mungkin akan matang, tetapi kualitasnya tetap rendah, dengan rasa dan aroma yang tidak memuaskan. Di sisi lain, jika buah dipanen terlalu matang, meskipun rasa manis dan aromanya kuat, masa simpan buah menjadi lebih pendek. Oleh karena itu, tingkat kematangan saat panen sangat berpengaruh terhadap potensi pemasaran dan tujuan pemanfaatan buah tersebut. Standar kematangan dapat diidentifikasi melalui perubahan warna pada mata nanas; semakin banyak yang berubah menjadi kekuningan, semakin tinggi tingkat kematangannya. Indeks kematangan buah dinilai berdasarkan indeks seperti yang tercantum dalam spesifikasi standar dan grade oleh *Federal Agricultural Marketing Authority* FAMA (2011) dijelaskan dalam Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Indeks Tingkat Kematangan Buah Nanas

Indeks	Citra	Keterangan
1		Buah yang belum matang ditandai dengan warna hijau tua pada seluruh mata buah, dan tidak layak untuk dipetik.
2		Buah pada tahap permulaan kematangan memiliki 1-2 mata dibagian pangkal yang mulai berubah warna menjadi kekuningan, sudah dapat dipetik dan layak untuk diekspor.
3		Buah yang matang memiliki seluruh mata berwarna hijau dengan 1-2 mata dipangkal yang berwarna kuning, siap untuk diekspor.
4		Buah yang mulai masak memiliki sekitar 25% mata dibagian pangkal yang berubah menjadi oranye kekuningan.
5		Buah nanas yang sudah hampir matang memiliki sekitar 50% mata buah yang berubah warna menjadi oranye kekuningan.

6		Buah nanas yang telah sangat matang memiliki lebih dari 75% mata berwarna oranye kekuningan.
7		Buah nanas yang benar-benar matang ranum ditandai dengan mata buah yang seluruhnya berwarna oranye kekuningan.

Berdasarkan **Tabel 1** menunjukkan bahwa tingkat kematangan buah nanas diklasifikasikan menjadi tujuh tingkat kematangan berdasarkan perubahan warna pada kulitnya. Perubahan warna tersebut dimulai dari hijau pucat dan secara bertahap berubah menjadi oranye atau kekuningan setelah buah mencapai kematangan penuh. Setiap tingkat kematangan diberi nomor indeks yang dapat dibedakan melalui presentase warna kekuningan pada kulit buah. Semakin banyak mata buah yang berubah menjadi warna kekuningan, menandakan buah semakin matang dan siap untuk dikonsumsi. Tabel 2 memberikan rincian mengenai klasifikasi tingkat kematangan berdasarkan perubahan warna pada kulit buah nanas menurut FAMA (2011).

Tabel 2. Persentase Bagian Kulit Buah Berwarna Kekuningan

Indeks	Keterangan	Kisaran yang ditentukan
1	0%	$0% < \text{kekuningan} \leq 9,57\%$
2	Sedikit	$9,57% < \text{kekuningan} \leq 19,86\%$
3	1–2 skala	$19,86% < \text{kekuningan} \leq 24,70\%$
4	Sekitar 25%	$24,70% < \text{kekuningan} \leq 39,40\%$
5	Sekitar 50%	$39,40% < \text{kekuningan} \leq 58,00\%$
6	Lebih dari 75%	$58,00% < \text{kekuningan} \leq 71,66\%$
7	100%	$71,66% < \text{kekuningan} \leq 100\%$

Berdasarkan indeks tingkat kematangan buah nanas pada Tabel 1 dan 2, Bakar (2013) (Tabel 3) menggolongkan menjadi tiga kelas yang terdiri: mentah, matang dan sangat matang yang klasifikasi ini didasarkan pada persentase perubahan warna kulit menjadi kekuningan.

Tabel 3. Tingkat kematangan menurut indeks kematangan

Tingkat Kematangan	Indeks Kematangan
Mentah	Indeks 1, Indeks 2
Matang	Indeks 3, Indeks 4, Indeks 5
Sangat Matang	Indeks 6, Indeks 7

2.3 Pengolahan Citra Digital (*Digital Images Processing*)

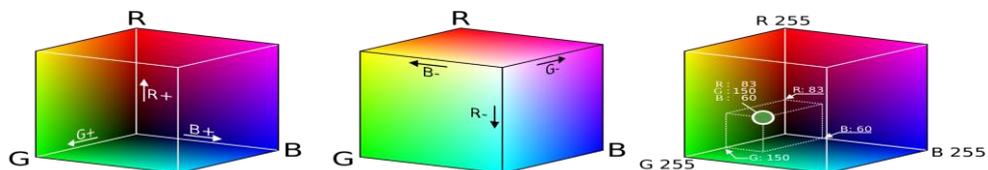
Citra atau gambar merupakan elemen penting dalam media interaktif yang menyampaikan informasi visual. Sebagai bentuk data optik, citra mengandung lebih banyak informasi dibandingkan teks. Citra digital didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi yang menggambarkan intensitas pada posisi tertentu (Dijaya & Setiawan, 2023). Pengolahan citra adalah teknologi yang digunakan untuk memproses gambar, dengan tujuan meningkatkan kualitas citra atau menganalisis informasi yang terkandung di dalamnya (Susim, 2021). Proses ini melibatkan manipulasi citra menggunakan komputer dan dapat mencakup berbagai teknik, termasuk transformasi sistem ruang warna. Meskipun RGB efektif untuk menampilkan warna, metode lain mungkin lebih cocok untuk aplikasi tertentu, seperti pengenalan objek yang memerlukan analisis berdasarkan perbedaan hue (Indarto & Morinto, 2017).

2.4 Ruang Warna

Ruang warna adalah model yang menggambarkan representasi warna dalam bentuk angka, penting untuk analisis citra, klasifikasi, deteksi objek dan kompresi (Dalimunthe, 2021)

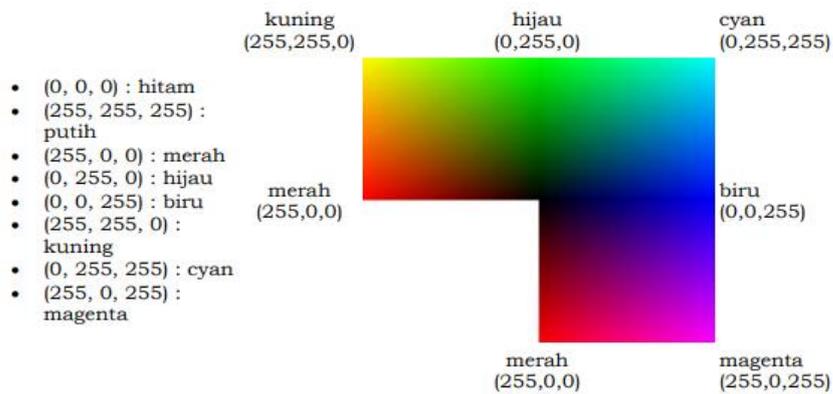
2.4.1 Ruang Warna RGB

RGB (*red, green, dan blue*) adalah ruang warna yang digunakan dalam citra, dengan skala dari 0 (hitam) hingga 255. Setiap piksel mewakili titik terkecil dalam gambar dan menggunakan 8 bit untuk menyimpan informasi warna, yang berarti setiap komponen warna memiliki 256 tingkat (Riska, 2015).



Gambar 1. Ruang Warna RGB
(Sumber: Adi Pamungkas, 2015)

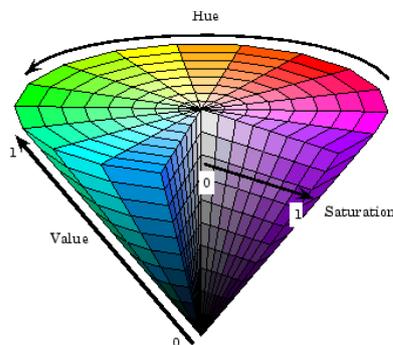
Dalam program komputer, model warna direpresentasikan oleh nilai komponen RGB (merah, hijau, dan biru), masing-masing berkisar antara 0 hingga 255. Setiap komponen memiliki 256 tingkat dan jika digabungkan menghasilkan total 16.777.216 kombinasi warna yang berbeda.



Gambar 2. Konfigurasi Warna RGB
(Sumber: Adi Pamungkas, 2015)

2.4.2 Ruang Warna HSV

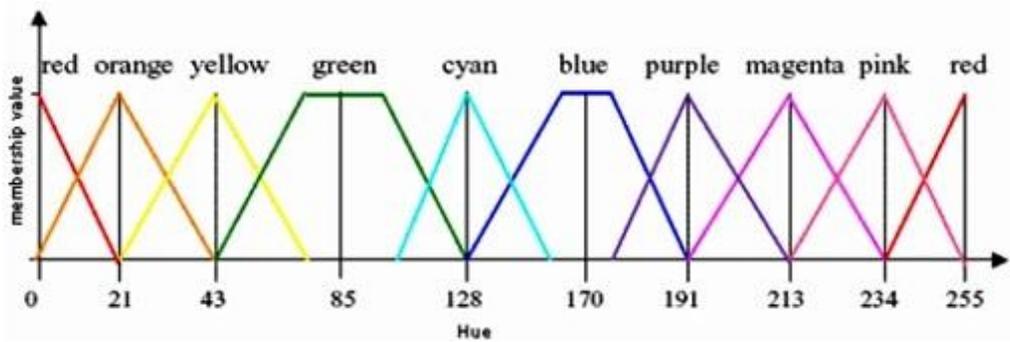
HSV (hue, saturation, value) adalah sistem warna yang membantu manusia dalam memilih dan mendeskripsikan warna, dianggap lebih intuitif dibandingkan RGB (Siahaan dan Sianipar, 2018). Model ini terdiri dari tiga komponen utama: hue, yang menunjukkan jenis warna berdasarkan sudut dari 0 hingga 360 derajat; saturation, yang mengukur kemurnian warna dan value, yang mencerminkan tingkat kecerahan atau intensitas cahaya. Hue membantu membedakan warna berdasarkan panjang gelombang, sementara saturation menunjukkan seberapa banyak warna putih ditambahkan. Value mengidentifikasi seberapa banyak cahaya yang diterima, tanpa memedulikan warna itu sendiri. Model HSV memberikan cara yang lebih jelas untuk memahami warna dan sensasi visual yang ditangkap oleh mata (Kurniawan, 2022). Perhatikan ruang warna sistem HSV yang dipresentasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Representasi sistem warna HSV
(Sumber: Adi Pamungkas, 2015)

Gambar 3, menunjukkan representasi sistem warna HSV (Hue-Saturation-Value) dan komponen hue dalam logika fuzzy, dimana sistem HSV digambarkan

dalam bentuk kerucut yang menunjukkan tiga parameter utama: Hue (warna dasar seperti merah, kuning, hijau), Saturation (kejenuhan warna dari abu-abu hingga warna murni), dan Value (kecerahan warna dari gelap hingga terang). Sistem ini sering digunakan untuk mengelompokkan warna dalam aplikasi seperti desain grafis dan pemrosesan citra.



Gambar 4. Komponen hue
(Sumber: Adi Pamungkas, 2015)

Gambar 4 menunjukkan grafik hubungan antara nilai hue (sumbu horizontal) dengan membership value (sumbu vertikal) dalam model warna HSV. Grafik ini membagi rentang warna berdasarkan nilai hue dalam satu siklus lingkaran warna, dimulai dari warna merah, jingga, kuning, hijau, sian, biru, ungu, magenta, hingga kembali ke merah. Setiap warna memiliki rentang nilai hue tertentu yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi warna pada suatu citra digital berdasarkan model HSV, yang sering diterapkan dalam segmentasi dan analisis warna. Setiap warna dominan memiliki rentang nilai hue tertentu, seperti yang dirangkum dalam Tabel 4.

Tabel 4. Rentang Hue dan Warna Dominan dalam Model HSV

Rentang hue	Warna Dominan
0 – 21	Merah
21 – 43	Oranye
43 – 85	Kuning
85 – 128	Hijau
128 – 170	Cyan
170 – 191	Biru
191 – 213	Ungu
213 – 234	Magenta
234 – 255	Merah

2.5 Transformasi RGB ke HSV

Transformasi RGB ke HSV adalah proses mengubah model warna RGB (Red, Green, Blue) menjadi model HSV (Hue, Saturation, Value). Transformasi ini penting karena model HSV lebih intuitif dalam merepresentasikan warna sesuai dengan persepsi manusia, terutama dalam analisis warna digital. Prosesnya diawali dengan normalisasi nilai RGB, di mana setiap komponen warna (R, G, B) yang memiliki rentang 0–255 dikonversi menjadi rentang 0–1 dengan membagi nilai tersebut dengan 255. Setelah normalisasi, komponen Hue (H) dihitung berdasarkan perbedaan antara nilai warna terbesar dan terkecil, yang merepresentasikan jenis warna (seperti merah, kuning, atau hijau). Saturation (S) menggambarkan kejenuhan warna, dihitung dari proporsi perbedaan nilai warna terhadap nilai maksimum. Terakhir, Value (V) merepresentasikan kecerahan warna, yang diambil dari nilai maksimum komponen RGB. Rumus-rumus matematis digunakan dalam proses ini untuk menghitung masing-masing komponen HSV secara presisi (Ningsih dan Salambue, 2016).

$$H = \tan \left(\frac{3(G - B)}{(R - G) + (R - B)} \right)$$
$$S = 1 - \frac{\min(R, G, B)}{V}$$
$$V = \frac{\max(R, G, B)}{3}$$

2.6 Format File Citra

Format file citra yang umum digunakan saat ini meliputi BMP, TIFF, GIF, PNG, JPEG, dan JPEG 2000. Penelitian ini memilih format JPEG atau JPG, karena telah menjadi standart format gambar yang digunakan pada internet, ukurannya relatif kecil tanpa mengurangi kualitas gambar, dan file JPG mudah diakses di berbagai perangkat, termasuk komputer dan smartphone (Ramadhan, 2021). Format JPEG, yang dibuat oleh Joint Photographic Experts Group, pertama kali diterbitkan pada tahun 1992 dan diakui sebagai standar ITU-T T.81 serta ISO/IEC 10918-1 pada tahun 1994 (Ardiansyah, 2020).

2.7 Ekstraksi Ciri Citra

Ekstraksi ciri atau fitur adalah suatu metode pengolahan citra atau gambar yang digunakan untuk mengambil ciri dari suatu gambar agar dapat dibedakan sebelum diklasifikasikan. Ciri atau fitur itu sendiri dinyatakan dengan susunan bilangan atau numerik yang dapat dipakai untuk mengidentifikasi objek (Diantarakita, 2019). Dalam penelitian ini, gambar buah nanas diambil menggunakan kamera smartphone dan diunggah ke aplikasi Matlab untuk menganalisis nilai RGB-nya. Nilai rata-rata RGB tersebut kemudian dikonversi menjadi nilai hue untuk menentukan tingkat kematangan buah nanas, yang selanjutnya dikelompokkan berdasarkan warna.

2.8 Aplikasi Matlab

Matlab adalah perangkat lunak yang dirancang untuk pemrograman, analisis dan komputasi teknis berbasis matriks. Awalnya dikembangkan untuk menyelesaikan masalah aljabar linear, matlab telah berevolusi menjadi alat yang menggabungkan pemrograman, komputasi, dan visualisasi dengan antarmuka yang mudah digunakan. Keunggulannya mencakup analisis data, pengembangan algoritma, simulasi dan visualisasi dalam 2D dan 3D. Matlab banyak digunakan dalam pendidikan, penelitian dan analisis industri (Cahyono, 2013).

Perbedaan utama antara matlab dan perangkat lunak pemrograman lainnya seperti C/C++ atau java terletak pada tujuan penggunaan, fitur yang ditawarkan dan orientasi hasil. Matlab lebih spesifik untuk komputasi ilmiah, menyediakan alat untuk desain dan analisis matematis, sementara perangkat lunak pemrograman lain biasanya berfungsi lebih umum. Selain itu, matlab memudahkan penerapan rumus matematis, meskipun eksekusi programnya mungkin lebih lambat dibandingkan dengan perangkat lunak pemrograman lainnya (Cahyono, 2013).