

SKRIPSI

PERBANDINGAN FITUR YIQ, YCBCR, HIS, HSV DENGAN METODE KNN PADA KLASIFIKASI CITRA BUAH PALA



OLEH

Sitti Dini Abdul Kadir

07351811088

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KHAIRUN
TERNATE
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

PERBANDINGAN FITUR YIQ, YCBCR, HIS, HSV DENGAN METODE KNN PADA KLASIFIKASI CITRA BUAH PALA

Oleh
Sitti Dini Abdul Kadir
07351811088

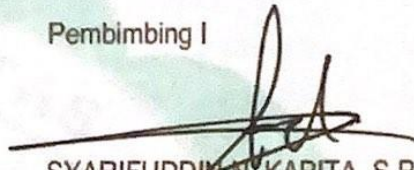
Skripsi ini telah disahkan
Tanggal 7 Juni 2024

Menyetujui
Tim Penguji

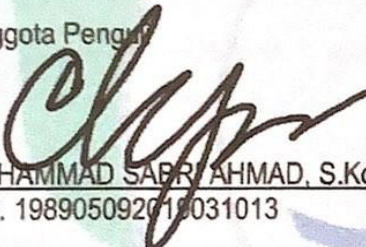
Ketua Penguji


Ir. SALKIN LUTFI, S.Kom., M.T.
NIP. 198601112014041002

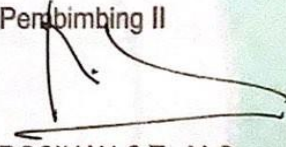
Pembimbing I


SYARIFUDDIN N. KAPITA, S.Pd., M.Si.
NIP. 199103122024211001

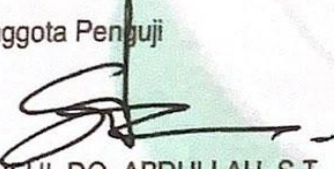
Anggota Penguji


MUHAMMAD SABRI AHMAD, S.Kom., M.Kom.
NIP. 198905092010031013

Pembimbing II

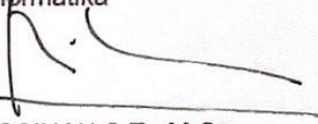

ROSIHAN S.T., M.Cs.
NIP. 197607192010121001

Anggota Penguji


SAIFUL DO. ABDULLAH, S.T., M.T.
NIDN. 0018029002

Mengetahui/Menyetujui

Koordinator Program Studi
Informatika


ROSIHAN S.T., M.Cs.
NIP. 197607192010121001

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Khairun


Ir. ENDAH HARISUN, S.T., M.T., CRP.
NIP. 197511302005011013

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Sitti Dini Abdul Kadir
NPM	: 07351811088
Fakultas	: Teknik
Jurusan/Program Studi	: Informatika
Judul	: Perbandingan Fitur YIQ, YCBCR, HIS HSV Dengan Metode KNN Pada Klasifikasi Citra Buah Pala

Dengan ini menyatakan bahwa penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Khairun.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis



Sitti Dini Abdul Kadir

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmannirrahim

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa syukur dan kerendahan hati kepada:

Ayah dan Ibu tercinta, yang dengan penuh kesabaran dan kasih sayang, telah menjadi pilar kekuatan dalam hidup saya. Doa-doa kalian yang tulus dan tiada henti menjadi sumber kekuatan yang mengiringi setiap langkah saya hingga skripsi ini terselesaikan. Terima kasih atas segala pengorbanan, nasihat, dan dukungan baik moril maupun materiil yang tak ternilai harganya.

Para dosen dan staf Program Studi Informatika, yang telah mendedikasikan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan saya dalam perjalanan akademik ini. Ilmu dan pengalaman yang kalian berikan adalah bekal yang tak ternilai yang akan selalu saya kenang dan amalkan.

Teman-teman seperjuangan, kakak-kakak, dan adik-adik mahasiswa, yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan kebersamaan. Bersama kalian, perjalanan akademik ini menjadi penuh warna, canda, dan kebahagiaan yang tak terlupakan.

Allah SWT, atas segala rahmat, petunjuk, dan kemudahan yang diberikan dalam setiap langkah. Segala pencapaian ini hanyalah berkat izin dan pertolongan-Nya. Semoga skripsi ini dapat menjadi amal jariyah yang bermanfaat bagi banyak orang, dan semoga Allah senantiasa membimbing kita semua dalam setiap langkah kehidupan ini. Aamiin.

MOTTO

“Mimpi besar membutuhkan langkah-langkah kecil untuk diwujudkan”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis persembahkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena buat rahmat dan karunia-Nya semata sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan skripsi “Perbandingan Fitur YIQ, YCbCr, HIS, HSV Dengan Metode KNN Pada Klasifikasi Citra Buah Pala”.

Penyusunan laporan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan pada Universitas Khairun Ternate Fakultas Teknik Program Studi Informatika. Penyusunan skripsi ini dapat terlaksana dengan baik berkat dukungan dari banyak pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr., M. Ridha Ajam, M.Hum., selaku Rektor Universitas Khairun Ternate.
2. Bapak Ir. Enda Harisun, S.T., M.T.,CRP., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Khairun Ternate.
3. Bapak Rosihan, S.T., M.Cs., selaku Koordinator Program Studi Informatika sekaligus Pembimbing II yang selalu memberikan motivasi, kritik dan saran yang membangun selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Syarifuddin N. Kapita, S.Pd., M.Si., selaku Pembimbing I sekaligus Penasehat Akademik yang telah meluangkan waktu dan pikiran di tengah kesibukan beliau untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam pengerjaan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Salkin Lutfi, S.Kom., M.T., selaku Penguji I, terimakasih atas saran, kritikan, serta masukan yang diberikan dalam penyelesaian skripsi.
6. Bapak Muhammad Sabri Ahmad, S.Kom., M.Kom., selaku Penguji II, terimakasih atas saran, kritikan, serta masukan yang diberikan dalam penyelesaian skripsi.
7. Bapak Saiful Do Abdullah, S.T., M.T., selaku Penguji III, terimakasih atas saran, kritikan, serta masukan yang diberikan dalam penyelesaian skripsi.
8. Para Dosen Program Studi Informatika Universitas Khairun Ternate yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis.
9. Kedua Orang Tua tercinta dan seluruh keluarga atas segala bentuk dukungan bimbingan dan doa yang diberikan kepada penulis.
10. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Informatika Universitas Khairun Ternate atas segala bantuan dan dukungannya.

11. Semua pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis baik langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu semua jenis saran, kritik, dan masukan yang bersifat membangun dari semua pihak terkait sangat penulis harapkan. Akhir kata semoga penyusunan laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan tambahan bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis sendiri.

Ternate, 23 Agustus 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
ABSTRAK.....	xi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Penelitian Terkait.....	6
2.2. Citra	12
2.3. Pengolahan Citra.....	12
2.4. Model Warna RGB	13
2.5. Model Warna YIQ	13
2.6. Model Warna YCbCr	14
2.7. Model Warna HIS	14
2.8. Model Warna HSV.....	15
2.9. <i>Index Pixel</i>	16
2.10. <i>K-Nearest Neighbour (KNN)</i>	17
2.11. Pala.....	19

2.12. MatLab	20
2.13. Pengujian Sistem <i>Black-Box</i>	22
2.14. Metode Pengembangan Sistem <i>Prototype</i>	22
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Objek Penelitian	24
3.2. Tempat Penelitian.....	24
3.3. Metode Pengumpulan Data	24
3.4. Metode Pengembangan Sistem.....	25
3.5. Perangkat Penelitian	26
3.6. Alur Penelitian	26
3.6.1. Klasifikasi Citra Menggunakan Fitur YIQ Dengan Metode KNN.....	27
3.6.2. Klasifikasi Citra Menggunakan Fitur YCbCr Dengan Metode KNN	28
3.6.3. Klasifikasi Citra Menggunakan Fitur HIS Dengan Metode KNN.....	29
3.6.4. Klasifikasi Citra Menggunakan Fitur HSV Dengan Metode KNN	31
3.6. Pengujian Sistem.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Analisis Data	33
4.2. Klasifikasi Kematangan Pala Menggunakan HIS Dan KNN	34
4.3. Klasifikasi Kematangan Pala Menggunakan HSV Dan KNN	44
4.4. Klasifikasi Kematangan Pala Menggunakan YIQ Dan KNN	48
4.5. Klasifikasi Kematangan Pala Menggunakan YCbCr Dan KNN.....	56
4.6. Perbandingan Data Klasifikasi HIS, HSV, YIQ Dan YCbCr	58
4.7. Hasil Klasifikasi Citra Pala	60
BAB V Kesimpulan Dan Saran	
5.1. Kesimpulan.....	63
5.2. Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Model Warna RGB (Priyanto, 2017)	10
Gambar 2.2. Model Warna HSV (Wibowo, 2011)	13
Gambar 2.3. Buah Pala Matang	17
Gambar 2.4. Buah Pala Mentah	17
Gambar 2.5. Model <i>Prototype</i> (Susanto, 2016)	18
Gambar 4.1. Citra Pala	36
Gambar 4.2. Citra Pala yang telah diekstrak ke piksel <i>red</i>	37
Gambar 4.3. Nilai piksel <i>red</i>	38
Gambar 4.4. Citra Pala yang telah diekstrak ke piksel <i>green</i>	37
Gambar 4.5. Nilai piksel <i>green</i>	38
Gambar 4.6. Citra Pala yang telah diekstrak ke piksel <i>blue</i>	37
Gambar 4.7. Nilai piksel <i>blue</i>	38
Gambar 4.8. GUI hasil klasifikasi data sampel masak1.jpg	43
Gambar 4.9. Tampilan GUI YIQ	52
Gambar 4.10. Fungsi tombol buka citra	53
Gambar 4.11. Hasil Tombol Ekstraksi Ciri	55
Gambar 4.12. Hasil tombol Klasifikasi	56
Gambar 4.13. Hasil tombol reset	57
Gambar 4.14. Hasil Pengujian Fitur HIS	60
Gambar 4.15. Hasil Pengujian Fitur HSV	61
Gambar 4.16. Hasil Pengujian Fitur YIQ	62
Gambar 4.17. Hasil Pengujian Fitur YCbCr	63
Gambar 4.18. Hasil Perbandingan Fitur YIQ, YCbCr, HIS dan HSV	65

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Penelitian Terkait	5
Tabel 3.1. Spesifikasi Laptop.....	21
Tabel 3.2. Spesifikasi Kamera	21
Tabel 3.3. Spesifikasi <i>Software</i>	22
Tabel 4.1. Data Citra Pala.....	30
Tabel 4.2. Citra Buah Pala.....	31
Tabel 4.3. Hasil Klasifikasi Citra Pala Dengan Metode KNN	44
Tabel 4.4. Hasil Klasifikasi Citra Dengan Fitur HSV	48
Tabel 4.5. Hasil Klasifikasi Citra Pala Dengan Model KNN	63

ABSTRAK

PERBANDINGAN FITUR YIQ, YCBCR, HIS, HSV DENGAN METODE KNN PADA KLASIFIKASI CITRA BUAH PALA

Sitti Dini Abdul Kadir¹, Syarifuddin N. Kapita², Rosihan³

Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Khairun

Jl. Jati Metro, Kota Ternate

E-mail: diniabdkdrrr@gmail.com¹, syarifuddin.kapita@unkhair.ac.id², rosihan@unkhair.ac.id³

Metode transformasi ruang warna telah banyak digunakan dalam penelitian menentukan kematangan buah. Karena banyaknya perbedaan akurasi dari beberapa penelitian, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fitur transformasi warna manakah yang terbaik dalam menentukan kematangan buah pala. Algoritma K-Nearest Neighbour (KNN) adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Tujuan dari algoritma KNN adalah untuk mengklasifikasi objek baru berdasarkan atribut dan training samples, dimana hasil dari sampel uji yang baru diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori pada KNN. Hasil dari penelitian yang dilakukan perbandingan fitur transformasi ruang warna dalam mendeteksi citra buah pala dengan menggunakan total data sebanyak 80 data yang terbagi menjadi 40 data pala matang dan 40 data pala mentah. Pada data matang dibagi menjadi 30 data latih dan 10 data uji. Sedangkan pada data mentah dibagi menjadi 10 data uji dan 30 data latih. 20 data uji menghasilkan nilai akurasi yang berbeda pada fitur YIQ, YCbCr, HSV dengan tingkat akurasi 100%. Sedangkan untuk fitur HIS memiliki nilai akurasi 95%.

Kata Kunci: Transformasi Ruang Warna, YIQ, YCbCr, HIS, HSV, KNN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Citra merupakan representasi, kemiripan atau imitasi dari suatu objek. Perkembangan teknologi kamera semakin berkembang, dengan didukungnya oleh perangkat lunak dan perangkat keras pada kamera, seperti kamera *smartphone*, *ct scan*, sensor dan lain-lain. Dengan adanya bantuan kamera, citra dapat dimanfaatkan untuk diolah dengan adanya kelebihan-kelebihan yang dimiliki oleh citra digital tersebut maka gambar mudah untuk didapatkan maupun diperbanyak (Wibowo, 2021).

Persepsi visual citra berwarna (*color images*) umumnya lebih kaya dibandingkan dengan citra *grayscale*, karena itu citra berwarna lebih disenangi daripada citra *grayscale*. Citra berwarna menampilkan warna objek seperti warna aslinya, meskipun tidak selalu tepat demikian. Sebetulnya ada banyak model warna. RGB adalah model warna paling dasar dan paling banyak digunakan. Namun ada banyak model lain yang digunakan untuk keperluan tertentu karena memiliki hasil yang lebih baik dari model model warna RGB (Priyanto, 2017).

Dalam metode transformasi ruang warna terdapat beberapa fitur yang telah banyak digunakan untuk penelitian mengenai deteksi buah diantaranya seperti penelitian yang telah dilakukan pada tahun 2016 oleh Gracelia Adelaida Bere dengan judul klasifikasi untuk menentukan tingkat kematangan buah pisang sunpride, dan pada tahun 2017 oleh Indarto dengan judul deteksi kematangan buah pisang berdasarkan fitur warna citra kulit pisang menggunakan metode transformasi ruang warna HIS. Selain itu, telah dilakukan penelitian oleh Ananto D, 2015 dengan judul aplikasi pengolahan citra mendeteksi kualitas cabai berdasarkan tingkat kematangan menggunakan transformasi ruang warna YCbCr dan pada

tahun 2021 telah dilakukan penelitian oleh Adhi Wibowo dengan judul deteksi kematangan buah jambu kristal berdasarkan fitur warna menggunakan metode transformasi ruang warna HSV dan K-NN.

Penelitian yang dilakukan oleh Gracelia Adelaida Bere pada tahun 2016 menggunakan fitur YIQ dengan metode KNN menghasilkan nilai rata-rata akurasi sebesar 71,6675%. Dan penelitian yang dilakukan oleh Indarto pada tahun 2017 dengan hasil penelitian 20 sampel buah dimana 10 buah pisang ambon mentah dan 10 buah pisang ambon matang dengan dihitung nilai rata-rata maksimal dan minimal H dan S diperoleh akurasi kesesuaian sebesar 85%. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Adhi Wibowo pada tahun 2021 menghasilkan bahwa nilai presentase untuk pengujian keseluruhan data mempunyai presentase nilai yang baik dimana berpengaruh dalam mendeteksi kematangan jambu kristal yaitu sebesar 95%. Dan pada penelitian yang dilakukan oleh Ananto pada tahun 2015 memperoleh nilai rata-rata maksimal dan minimal cb dan cr adalah 96%.

Buah pala menurut Nurdianawati merupakan tanaman rempah yang mempunyai nilai multiguna karena setiap bagian tanaman dapat dimanfaatkan dalam berbagai industri (Djumadil, 2019). Nilai tukar yang tinggi dari buah pala terdapat pada fuli dan biji buah pala. Fuli buah pala yang dapat dijadikan nilai tukar adalah fuli yang telah berwarna merah. Untuk mendapatkan fuli ini petani biasanya melihat kondisi warna dari buah pala. Sering terjadi bahwasannya pada pengambilan buah pala warna buah yang menurut petani telah masuk dalam kategori matang dan dengan harapan fuli pala telah berwarna merah ternyata buah pala tersebut belum matang dan memiliki fuli berwarna putih.

Hal inilah yang membuat penulis mengambil buah pala sebagai objek penelitian. Beberapa penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya juga dengan beberapa metode

memiliki persentase yang berbeda. Maka dari itu penulis membandingkan metode mana yang terbaik dalam mendeteksi citra buah.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, penulis melakukan penelitian yaitu “Perbandingan Fitur YIQ, YCBCR, HIS, HSV Dengan Metode KNN Pada Klasifikasi Citra Buah Pala “.

1.2. Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana mengetahui hasil perbandingan fitur transformasi ruang warna pada citra buah pala.

1.3. Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Objek yang digunakan yaitu citra buah pala.
2. Penelitian menggunakan metode transformasi ruang warna dengan fitur YIQ, YCbCr, HIS dan HSV.
3. Penelitian ini untuk melihat perbandingan fitur transformasi ruang warna.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan fitur transformasi ruang warna yang dalam mendeteksi citra buah pala.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini berdampak pada penulis, akademik dan pengguna sebagai berikut:

1. Manfaat bagi penulis

Manfaat penelitian ini bagi penulis yaitu:

- a. Memperdalam dan memahami ilmu tentang pengolahan citra.

- b. Mengetahui bagaimana cara mendeteksi kematangan buah pala menggunakan sistem pengolahan citra.
- c. Mengetahui bagaimana perbandingan metode YIQ, YCbCr, HIS, dan HSV untuk mendeteksi kematangan buah pala.

2. Manfaat bagi akademik

Manfaat penelitian ini bagi akademik yaitu:

- a. Mengetahui kemampuan mahasiswa dalam menerapkan ilmunya dan sebagai bahan Evaluasi.
- b. Diharapkan perancangan sistem ini dapat menambah referensi terhadap penelitian baru dengan masalah yang sama.

3. Manfaat bagi pengguna

Manfaat penelitian ini bagi pengguna yaitu membantu atau mempermudah petani pala dalam mengetahui tingkat kematangan buah pala.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan proposal ini menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini meliputi penjelasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menguraikan teori-teori yang digunakan untuk dijadikan landasan penelitian dalam menganalisa permasalahan yang berkaitan dengan judul yang diambil.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang metode penelitian yang telah dilakukan oleh penulis berdasarkan permasalahan yang diangkat.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan

BAB V PENUTUP

Bab terakhir akan memuat kesimpulan isi dari keseluruhan uraian dari bab-bab sebelumnya dan saran-saran dari hasil yang diperoleh yang diharapkan dapat bermanfaat dalam pengembangan selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Dalam melakukan penelitian sangat penting adanya penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan objek penelitian yang akan dikerjakan sehingga akhirnya bisa berguna untuk dijadikan sebagai referensi dan juga pembanding. Beberapa penelitian yang di jadikan referensi dalam pembuatan tugas akhir ini dapat dilihat pada tabel

2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Terkait

No.	Nama dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
1.	Astrianda, (2020)	Klasifikasi Kematangan Buah Tomat Dengan Variasi Model Warna Menggunakan <i>Support Vector Machine</i>	<i>Support Vector Machine</i>	Setelah dianalisis secara manual menggunakan 20 data sebagai data pelatihan, 54 data sebagai data pengujian mendapatkan klasifikasi tingkat keberhasilan kematangan buah tomat menggunakan <i>Support Vector Machine</i> adalah 100% dengan menggunakan model warna CIElab.
2.	Wibowo, (2021)	Deteksi Kematangan Buah Jambu Kristal Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HSV (Hue Saturation Value) Dan K-Nearest Neighbor	HSV Dan KNN	Hasil dari deteksi kematangan dapat dilihat pada masing-masing pengujian dengan nilai presentase 91,67% untuk kategori buah jambu matang, 90% untuk kategori buah jambu mentah. Nilai presentase untuk pengujian keseluruhan data mempunyai presentase nilai yang baik dimana berpengaruh dalam mendeteksi kematangan jambu kristal yaitu sebesar 95%. Maka dapat

				disimpulkan, bahwa pendeteksian kematangan buah jambu kristal dapat dilakukan dengan menerapkan metode transformasi ruang warna HSV.
3.	Pratama R, Fuad Assagaf A, and Tempola F (2019)	Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HSI	HSI	Hasil dari klasifikasi kematangan dapat dilihat pada masing-masing pengujian dengan nilai presentase 94,28571429% untuk kategori buah tomat matang, 94,28571429% untuk kategori buah tomat setengah matang dan 94,28571429% untuk kategori buah tomat mentah. Nilai presentase untuk pengujian keseluruhan data mempunyai presentase yang sangat tinggi dan berpengaruh dalam mendeteksi kematangan buah yaitu mencapai presentase sebesar 94,28571429%. Maka dapat disimpulkan, bahwa pendeteksian kematangan buah tomat dapat dilakukan dengan menerapkan metode transformasi ruang warna HIS.
4.	Indarto, Murinto (2017)	Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS	HIS	Dari hasil penelitian 20 sampel buah dimana 10 buah pisang ambon mentah dan 10 buah pisang ambon matang dengan dihitung nilai rata-rata maksimal dan minimal H dan S diperoleh akurasi kesesuaian sebesar 85%.
5.	Wandi, Fauziah, Hayati (2021)	Deteksi Kelayuan Pada Bunga Mawar Dengan Metode Transformasi Ruang Warna Hue Saturation Intensity	HSI Dan HSV	Dalam implementasi dan klasifikasinya dengan mendeteksi warna pada bunga mawar dalam ruang warna HSI dan HSV dari total 230 gambar citra bunga

		(HSI) dan Hue Saturation Value (HSV)		mawar merah dan putih yang diuji 200 gambar dengan menggunakan HSI dan HSV didapat nilai Range pada HSI, $H = 0.240634 - 0.5$, $S = 0.781818 - 1$, dan $I = 0.477124 - 1$ dengan kategori Segar, sedangkan Kategori Layu HSI, $H = 0.170495 - 0.5$, $S = 0.40239 - 1$, $I = 0.562092 - 1$. dan didapat pula nilai Range dengan HSV dengan kategori Segar $H = 0.240634 - 0.5$, $S = 0 - 0.988235$, $V = 0 - 0.988235$, dan kategori Layu $H = 0.170495 - 0.5$, $S = 0 - 0.996078$, $V = 0 - 0.996078$. Dengan nilai akurasi pada HSI dan HSV sebesar 86,9 %. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa deteksi kelayuan pada bunga mawar dengan metode HSI dan HSV yang paling cepat dalam prosesnya adalah menggunakan metode HSI dikarenakan terbacanya seluruh nilai min-max.
6.	Edha, Sitorus, Ristian (2020)	Penerapan Metode Transformasi Ruang Warna Hue Saturation Instensity (HSI) Untuk Mendeteksi Kematangan Buah Mangga Harum Manis	HSI	Pengujian yang dilakukan dengan menggunakan data sampel sebanyak 20 buah yang terdiri dari 10 sampel latih berupa citra buah mangga matang dan 10 sampel uji yang terdiri dari 5 sampel buah mangga matang dan 5 sampel buah mangga mentah didapatkan hasil akurasi tingkat keberhasilan sebesar 87%, sehingga dapat disimpulkan bahwa metode Transformasi Ruang Warna HSI dapat digunakan untuk mendeteksi kematangan buah Mangga Harum Manis.

7.	Ananto Dwi Indra, Murinto (2015)	Aplikasi Pengolahan Citra Mendeteksi Kualitas Cabai Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Transformasi Warna YCBCR	YCBCR	Berdasarkan input pelatihan deteksi jenis warna kulit cabai diperoleh dari pengolahan citra dengan metode transformasi warna YCbCr. Dari hasil penelitian 30 sampel buah dari 10 buah pada masing-masing kondisi cabai yaitu, mentah, setengah matang, dan matang dengan dihitung nilai rata-rata maksimal dan minimal cb dan cr diperoleh persentase 96%.
8.	Nasution and Fadillah (2019)	Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Buah Dengan Metode YCBCR	YCBCR	Hasil yang didapat pada penelitian ini, yaitu ketika citra asli (RGB) di konversikan ke citraYCbCr maka untuk warna buah tomat yang sudah matang akan berwarna ungu, untuk warna buah tomat setengah matang akan berwarna magenta, dan untuk warna buah tomat yang masih mentah akan berwarna merah.
9.	Hasanah, Fitriyah, Maulana (2019)	Sistem Penghitung Jeruk Matang Pada Kebun Berdasarkan Hue, Saturation dan Chrominance-Red menggunakan Algoritma Watershed Berbasis Raspberry Pi	Hue, Saturasi on dan Chrominance-Red	Pada pengujian sistem dalam proses perhitungan jeruk matang menggunakan algoritme watershed didapatkan tingkat akurasi sebesar 82.14% dengan waktu komputasi rata-rata 2652 ms untuk sekali proses perhitungan.
10.	Hernando (2020)	Pemanfaatan Fitur Warna Dan Fitur Tekstur Untuk Klasifikasi Jenis Penggunaan Lahan Pada Citra Drone.		Hasil pengujian pertama adalah fitur warna pada ruang warna HSV memiliki akurasi tertinggi yaitu 98%. Hasil pengujian kedua adalah akurasi fitur tekstur dipengaruhi oleh ukuran citra, jarak keanggotaan, dan sudut dalam perhitungan GLCM. Ukuran citra 900x900 dengan jarak keanggotaan 1% dan kombinasi fitur 4 sudut (0o ,

				450 , 900 , 1350) menghasilkan akurasi tertinggi yaitu 96,5%. Hasil pengujian ketiga adalah kombinasi antara fitur warna pada ruang CMYK, HSV, HVC, Lab, YCbCr, YIQ, dan YUV dengan fitur tekstur dari hasil pengujian kedua menghasilkan akurasi tertinggi yaitu 99,5%.
11.	Tempola, Rosihan, Adawiyah (2021)	<i>Holdout Validation for Comparison Classification Naïve Bayes and KNN of Recipient Kartu Indonesia Pintar</i>	<i>Holdout Validation for Comparison Classification Naïve Bayes and KNN</i>	Penelitian ini menerapkan dua metode untuk melihat perbandingannya, yaitu naïve bayes dan k-nearest neighbor. S validasi algoritma menggunakan holdout validation. pada penelitian ini juga diterapkan 150 dataset, hasilnya menunjukkan bahwa sistem tanpa validasi algoritma naïve bayes akurasi lebih baik yaitu rata-rata akurasi rata-rata 85,66% dan akurasi rata-rata k-nn 84,89%. Namun, jika algoritma validasi, akurasi k-nn lebih baik yaitu 88,7% dibandingkan dengan naïve bayes hanya 81,3%.

Penelitian terkait pengolahan citra digital untuk kematangan buah pernah dilakukan oleh Astianda (2020), penelitian yang dilakukan yaitu “Klasifikasi Kematangan Buah Tomat Dengan Variasi Model Warna Menggunakan Support Vector Machine”. Penelitian tersebut memperoleh tingkat keberhasilan pengujian 100% dengan menggunakan model warna CIElab.

Untuk penelitian yang menggunakan metode HSV pernah dilakukan oleh Wibowo (2021) dengan judul “Deteksi Kematangan Buah Jambu Kristal Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HSV” dan Hernando, 2020 dengan judul

“Pemanfaatan Fitur Warna Dan Fitur Tekstur Untuk Klasifikasi Jenis Penggunaan Lahan Pada Citra Drone”. Penelitian yang dilakukan oleh Wibowo (2021) memperoleh hasil pengujian dengan presentase 91,67% untuk kategori buah jambu matang, 90% untuk kategori buah jambu mentah. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Hernando (2020) memperoleh hasil pengujian dengan akurasi tertinggi 98%.

Penelitian untuk deteksi kematangan buah dengan metode HIS pernah dilakukan oleh Pratama (2019) dengan judul “Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS” hasil penelitian ini memperoleh nilai presentase sebesar 94,28571429%. Indarto (2017) dengan judul “Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS” memiliki hasil akurasi kesesuaian sebesar 85%. Dan Edha (2020) dengan judul “Penerapan Metode Transformasi Ruang Warna Hue Saturation Intensity Untuk Mendeteksi Kematangan Buah Mangga Harum Manis” mendapatkan hasil akurasi tingkat keberhasilan sebesar 87%.

Metode YCbCr pernah digunakan pada penelitian kematangan buah oleh Ananto (2015) dengan judul “Aplikasi Pengolahan Citra Mendeteksi Kualitas Cabai Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Transformasi Warna YCbCr” dengan dihitung nilai rata-rata maksimal dan minimal cb dan cr diperoleh presentase 96%. Dan Nasution (2019) dengan judul “Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Buah Dengan Menggunakan Metode YCbCr” hasil yang didapat yaitu ketika citra asli dikonversikan ke citra YCbCr maka untuk warna buah tomat yang sudah matang akan berwarna ungu, untuk warna buah tomat setengah matang akan berwarna magenta dan untuk warna buah tomat yang masih mentah akan berwarna merah.

Penelitian yang dilakukan oleh (Wandi, 2021) dengan judul “Deteksi Kelayuan Pada Bunga Mawar Dengan Metode Transformasi Ruang Warna Hue Saturation Intensity (HIS) dan Hue Saturation Value (HSV)” memperoleh nilai akurasi HIS dan HSV sebesar 86,9%.

Metode YIQ dan HSV pernah digunakan dalam penelitian yang dilakukan oleh Wahjudi, (2014) dengan judul “Deteksi Kawasan Hutan Kota Pada Citra Rupa Bumi Kota Kupang Menggunakan Komponen Warna RGB, HSV dan YIQ Dan Algoritma Parallelepiped” dengan mendapatkan hasil bahwa komponen warna YIQ menghasilkan tingkat kesesuaian yang baik yaitu 87,4753527% untuk citra yang tidak mengalami peregangan kontras dan 81,89477178% untuk citra yang mengalami peregangan kontras.

2.2. Citra

Citra adalah kombinasi antara titik, garis, bidang dan warna untuk menciptakan suatu imitasi dari suatu objek, biasanya objek fisik atau manusia. Citra bisa berwujud gambar (*picture*) dua dimensi, seperti lukisan, foto, dan berwujud tiga dimensi seperti patung. Secara fisik atau visual, sebuah citra adalah representasi dari informasi yang terkandung di dalamnya sehingga mata manusia dapat menganalisis dan menginterpretasikan informasi tersebut sesuai dengan tujuan yang diharapkan (Edha, 2020).

Secara harfiah, citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra (Pratama, 2019).

2.3. Pengolahan Citra

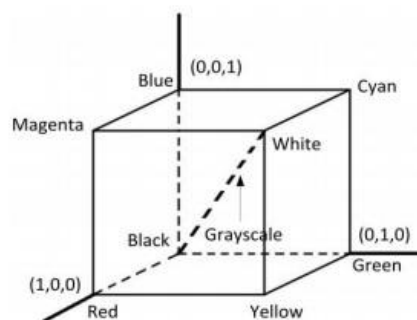
Pengolahan citra adalah cabang ilmu informatika untuk memperbaiki kualitas citra agar kualitasnya lebih baik atau lebih mudah diinterpretasi oleh manusia maupun komputer. *Input* dari program pengolahan citra dan *output* juga merupakan citra

Pengolahan citra merupakan suatu metode atau teknik yang dapat digunakan untuk memproses citra atau gambar dengan cara memanipulasinya menjadi data citra yang diinginkan untuk mendapatkan informasi tertentu (Indarto, 2017).

2.4. Model Warna RGB

Red (Merah), *Green* (Hijau), *Blue* (Biru) merupakan warna dasar yang dapat diterima oleh mata manusia. Setiap piksel pada citra warna mewakili warna yang merupakan kombinasi dari ketiga warna dasar RGB. Setiap titik pada citra warna membutuhkan data sebesar 3 *byte*. Setiap warna dasar memiliki intensitas tersendiri dengan nilai minimum nol (0) dan nilai maksimum 255 (8 bit). RGB didasarkan pada teori bahwa mata manusia peka terhadap panjang gelombang 630 nm (merah), 530 nm (hijau), dan 450 nm (biru) (Edha Sitorus, 2020)

Model warna RGB merupakan model warna aditif, dimana jika ketiga warna digabungkan, maka akan menghasilkan warna putih. Model warna RGB dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Model Warna RGB (Priyanto, 2017)

2.5. Model Warna YIQ

Model YIQ merupakan salah model warna yang berfokus pada persepsi mata manusia terhadap warna. YIQ merepresentasikan warna dalam tiga komponen, yaitu

komponen Y mewakili pencahayaan (*luminance*), komponen I mewakili corak warna (*hue*) dan komponen Q mewakili intensitas atau kedalaman warna (*saturation*) (Chyan, 2017). Konversi dari RGB ke YIQ dapat dilakukan dengan persamaan (2.1).

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ 0.211 & -0.523 & 0.312 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \dots\dots\dots(2.1)$$

2.6. Model Warna YCBCR

Secara umum dapat dikatakan bahwa model warna ini merupakan bagian dari ruang transmisi video dan televisi. Adapun model warna lain yang mirip dengan YCbCr adalah YUV dan YIQ, perbedaannya terletak bahwa YCbCr adalah system warna digital sedangkan yang lain adalah system warna analog. Model warna YCbCr akan memisahkan nilai RGB menjadi informasi *luminance* dan *chrominance* (Nasution, 2019)

Model warna YCbCr terdiri dari 3 buah komponen, yakni *luma* (Y), *chroma blue* (Cb), dan *chroma red* (Cr). Komponen *luma* merepresentasikan intensitas cahaya pada citra, sedangkan komponen *chroma blue* dan *chroma red* mereprentasikan komponen selisih kroma biru dan selisih kroma merah. Kroma (*chrominance*) adalah sinyal yang digunakan dalam sistem video untuk menyampaikan informasi warna dari suatu citra. Model warna ini digunakan pada sistem video digital (Priyanto, 2017).

Konversi dari RGB ke YCbCr dapat dilakukan dengan persamaan (2.2). Hasil konversi memiliki rentang nilai dari 0-255.

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.169 & -0.331 & 0.500 \\ 0.500 & -0.419 & -0.081 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \dots\dots\dots(2.2)$$

2.7. Model Warna HIS

Model warna *hue intensity saturation* (HIS) memisahkan komponen intensitas dari

informasi warna yang dibawa (*hue dan saturation*) dalam warna citra. Sebagai hasilnya, model HIS adalah *tool* yang ideal untuk mengembangkan algoritma pengolahan citra berdasarkan pada deskripsi warna yang alami dan intuitif terhadap manusia, pengembang dan *user*-nya (Rendy, 2019).

Konversi dari RGB ke HIS dapat dilakukan setelah nilai RGB dinormalisasikan terlebih dahulu. Normalisasi nilai RGB dapat dilakukan dengan persamaan (2.3) untuk nilai *red*, persamaan (2.4) untuk nilai *green*, dan persamaan (2.5) untuk nilai *blue*. Konversi dari RGB ke HIS dapat dilakukan dengan persamaan (2.6) untuk nilai *Hue*, persamaan (2.7) untuk nilai *Saturation* dan persamaan (2.8) untuk nilai *Intensity*.

$$r = \frac{R}{R+G+B} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$g = \frac{G}{R+G+B} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$b = \frac{B}{R+G+B} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$H = \cos^{-1} \left(0.5 \times \frac{R-G+R-B}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)^2}} \right) \dots\dots\dots(2.6)$$

$$S = 1 - \left(3 \frac{\min R,G,B}{R+G+B} \right) \dots\dots\dots(2.7)$$

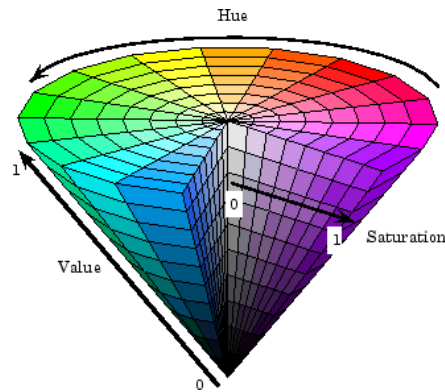
$$I = \frac{R+G+B}{3} \dots\dots\dots(2.8)$$

2.8. Model Warna HSV

Model warna *hue, saturation, value* (HSV) merupakan salah satu sistem warna yang digunakan manusia dalam memilih warna objek. Nilai HSV diperoleh dari konversi nilai RGB citra. Sistem HSV dipandang lebih dekat dari pada sistem RGB dalam mendeskripsikan sensasi warna oleh mata manusia. Dengan menggunakan HSV, objek dengan warna tertentu dapat dideteksi dan mengurangi intensitas cahaya dari luar (Wibowo. 2021)

Hue (H) adalah ukuran dari jenis warna seperti warna merah, kuning, hijau dan seterusnya. Representasinya dalam bentuk derajat dengan nilai 0-360 dapat dilihat pada

gambar 2.2. *Saturation* (S) adalah keberwarnaan suatu warna. Semakin berwarna sebuah warna berarti semakin besar nilai saturasinya. Namun apabila suatu warna pucat, itu berarti saturasinya rendah. *Value* (V) adalah nilai kecerahan sebuah warna. Warna cerah memiliki nilai *Value* tinggi dan sebaliknya untuk warna yang gelap (Priyanto, 2017).



Gambar 2.2 Model Warna HSV (Wibowo, 2011)

2.9. Indeks Piksel

Index merupakan normalisasi terhadap variasi di-iluminasi pengambilan rasio. Sebelum Citra diproses akan tersimpan dalam bentuk *grayscale*, yang merupakan skala warna dari hitam ke putih dengan derajat keabuan yang bervariasi. *Index* berkisar dari level hitam 0 hingga level putih 255 (Pratama, 2019).

Picture Element (Pixel) adalah kumpulan ribuan titik elemen terkecil dan tiap-tiap titik tersebut memiliki warna tertentu yang ada di dalam komputer. Setiap piksel mempunyai satu warna yang tergabung dengan piksel-piksel lainnya hingga membentuk pola yang menghasilkan gambar. Angka numerik (1 *byte*) dari piksel disebut dengan *digital number* DN. DN ditampilkan dalam beberapa warna kelabu yaitu antara putih dan hitam (*grayscale*), tergantung dengan energi yang terbaca.

Pada tahap berikutnya yaitu citra yang didapat dikonversi pada 3 jenis *layer* warna yaitu merah (*red*) dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.9), hijau (*green*)

dikonversikan dengan menggunakan persamaan (2.10), dan biru (*blue*) menggunakan persamaan (2.11). Konversi dilakukan agar data citra pada sebuah piksel dapat diolah lebih lanjut. Setiap piksel mempunyai nilai yang berbeda-beda. Setelah itu, data pixel yang telah dikonversi diekstraksi dengan fitur nilai RGB-nya. Piksel merupakan nilai pada suatu irisan antara baris dan kolom (x,y) seperti pada contoh berikut .(Indarto, 2017).

$$R(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & \cdots & f(0, N-1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f(M-1,0) & \cdots & f(M-1, N-1) \end{bmatrix}$$

$$G(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & \cdots & f(0, N-1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f(M-1,0) & \cdots & f(M-1, N-1) \end{bmatrix}$$

$$B(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & \cdots & f(0, N-1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f(M-1,0) & \cdots & f(M-1, N-1) \end{bmatrix}$$

Keterangan :

M = jumlah piksel baris (*row*) pada array citra.

N = jumlah piksel kolom (*column*) pada array citra

Rumus perhitungan normalisasi RGB dilihat pada persamaan berikut.

$$Pixel R = \frac{\sum \text{keseluruhan nilai pixel matrix}}{\sum Pixel} = \frac{f(N)}{\sum Pixel} = f(N) \dots \dots \dots (2.9)$$

$$Pixel G = \frac{\sum \text{keseluruhan nilai pixel matrix}}{\sum Pixel} = \frac{f(N)}{\sum Pixel} = f(N) \dots \dots \dots (2.10)$$

$$Pixel B = \frac{\sum \text{keseluruhan nilai pixel matrix}}{\sum Pixel} = \frac{f(N)}{\sum Pixel} = f(N) \dots \dots \dots (2.11)$$

Pada perhitungan di atas merupakan hasil dari penjumlahan yang diambil keseluruhan nilai pikselnya dari masing-masing *layer*, kemudian setelah itu dibagi oleh total keseluruhan warna yaitu 255 untuk mendapatkan hasil dari 1 nilai warna yaitu *red*, *green*, dan *blue*.

2.10. K-Nearest Neighbor (KNN)

Algoritma *K-Nearest Neighbour* (KNN) adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Data pembelajaran diproyeksikan ke ruang berdimensi banyak, dimana masing-masing dimensi merepresentasikan fitur dari data (Liantoni, 2015).

Tujuan dari algoritma KNN adalah untuk mengklasifikasi objek baru berdasarkan atribut dan *training samples*, dimana hasil dari sampel uji yang baru diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori pada KNN. Pada proses pengklasifikasian, algoritma ini tidak menggunakan model apapun untuk dicocokkan dan hanya berdasarkan pada memori (Liantoni, 2015).

Menurut (Hernando, 2020), tahapan algoritma KNN dilakukan dengan tahapan sebagai berikut.

1. Menentukan parameter K.
2. Menghitung jarak antara data training dan data testing.

Perhitungan jarak yang paling umum dipakai pada perhitungan KNN adalah menggunakan perhitungan jarak *euclidean*. Persamaan jarak *euclidean* dapat dilihat pada persamaan (2.12) berikut.

$$euc = \sqrt{(\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2)} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan:

p_i = sampel data / data training.

q_i = data uji / data testing.

i = variabel data.

n = dimensi data.

3. Mengurutkan jarak yang terbentuk.

4. Menentukan jarak terdekat sampai urutan K.
5. Memasangkan kelas yang bersesuaian.
6. Mencari jumlah kelas dari tetangga yang terdekat dan tetapkan kelas tersebut sebagai kelas data yang akan dievaluasi.

2.11. Pala

Pala atau juga yang dikenal dengan nama latin *Myristica Fragrans* adalah tanaman berupa pohon yang kaya akan manfaat. Sebagai tanaman yang masuk kategori rempah-rempah, tanaman ini merupakan spesies asli dari kepulauan Maluku. Dikutip dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2020, jumlah produksi pala di Indonesia mencapai Angka 37,4 ribu ton, dan Maluku Utara berada di urutan pertama produksi Pala nasional dengan total jumlah produksi sebanyak 8,56 ribu ton dan diikuti oleh Aceh yang menempati urutan kedua dengan jumlah produksinya sebanyak 6,4 ribu ton (Umagapi, 2021).

Pala merupakan salah satu jenis rempah-rempah yang banyak digunakan dalam industri makanan, farmasi, dan kosmetik. Biji dan fuli pala (selaput biji) digunakan sebagai sumber rempah- rempah, sedangkan daging buah pala sering diolah menjadi berbagai produk pangan seperti manisan, sirup, dan jeli (Wylis, 2015).

Pemerintah Daerah Provinsi Maluku Utara dan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri (Balittri) Sukabumi juga melepas Pala Varietas Tidore 1 yang ditetapkan dengan SK Menteri Pertanian Nomor: 4062/Kpts/SR.120/12/2009 tanggal 28 Desember 2009. Pala Tidore 1 berasal dari Jaya Tidore, mempunyai bentuk daun obovat berwarna hijau tua coklat keunguan. Warna kulit buah pala Tidore 1 merah kecoklatan dengan bentuk buah bulat, daging buah berwarna kuning muda, warna batok tempurung biji

hitam kecoklatan mengkilap dan warna fuli merah darah. Aroma buah dan fuli pala banda tajam khas pala. Pala Tidore 1 mempunyai produktivitas sampai dengan 7.652 butir per pohon/tahun dengan bobot basah buah per butir adalah $75,2 \pm 1,06$ gram dan tebal daging mencapai 1,56 cm. Kadar minyak atsiri biji tua pala Tidore 1 mencapai 12,35% (Kementan, 2022).

Buah pala biasa dipetik pada umur 9 bulan sejak mulai persarian bunga. Buahnya berbentuk *peer*, lebar, ujungnya meruncing, kulitnya licin, berdaging dan cukup banyak mengandung air. Jika sudah matang warnanya kuning pucat dan membelah dua (dapat dilihat pada gambar 2.3). Biji pala tunggal, berkeping dua, dilindungi oleh tempurung walaupun tidak tebal tapi cukup keras. Bentuk biji bulat telur hingga lonjong, bila buahnya sudah cukup tua dan kering maka tempurung berwarna coklat tua dan permukaannya licin. Namun bila buah masih muda (dapat dilihat pada gambar 2.4) atau setengah tua, setelah dikeringkan warnanya menjadi coklat muda di bagian bawah dan coklat tua di bagian atasnya dengan permukaan yang keriput dan beraluran (Nurdjannah, 2007).



Gambar 2.3 Buah Pala Matang & Mentah.

2.12. *Matlab*

Matrix Laboratory (MatLab) adalah suatu program untuk analisis dan komputasi numerik dan merupakan suatu bahasa pemrograman matematika lanjutan yang dibentuk

dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk matriks. Pada awalnya, program ini merupakan *interface* untuk koleksi rutin-rutin numerik dari proyek *linkpack* dan *eispack*, dan dikembangkan menggunakan bahasa *fortran* namun sekarang merupakan produk komersial dari perusahaan *mathworks.inc*, yang dalam perkembangannya dikembangkan menggunakan Bahasa C++ dan *assembler* (utamanya untuk fungsi-fungsi dasar matlab) (Pratama, 2019).

Matlab telah berkembang menjadi sebuah *environment* pemrograman yang canggih yang berisi fungsi-fungsi *built-in* untuk melakukan tugas pengolahan sinyal, aljabar linier, dan kalkulasi matematis lainnya. *Matlab* bersifat *extensible*, dalam arti bahwa seorang pengguna dapat menulis fungsi baru untuk ditambahkan pada *library* ketika fungsi-fungsi *built-in* yang tersedia tidak dapat melakukan tugas tertentu. Kemampuan pemrograman yang dibutuhkan tidak terlalu sulit bila telah memiliki pengalaman dalam pemrograman bahasa lain seperti C++, PASCAL atau FORTRAN. Sehingga *matlab* banyak digunakan pada .

1. Matematika dan komputasi .
2. Pengembangan dan algoritma.
3. Pemrograman modeling, *simulasi*, dan pembuatan *prototype*.
4. Analisis data, eksplorasi dan visualisasi .

Analisis numerik dan statistik serta pengembangan aplikasi teknik.

Dalam *matlab* tersedia juga *tool* untuk membuat *graphic user interface* (GUI) atau antarmuka pengguna grafis. Dengan adanya GUI, user tidak perlu lagi menjalankan program sendiri melalui jendela perintah. GUI *matlab* memiliki kemampuan grafis yang baik dan ukuran file GUI yang dihasilkan relatif kecil (Rajagukguk, 2018).

Pada GUI terdapat objek grafik seperti tombol (*button*), *textbox*, *menu*, *slider*, dll.

Untuk menampilkan GUI dapat menuliskan “*guide*” pada *command window* di *matlab* (Djumadil, 2019).

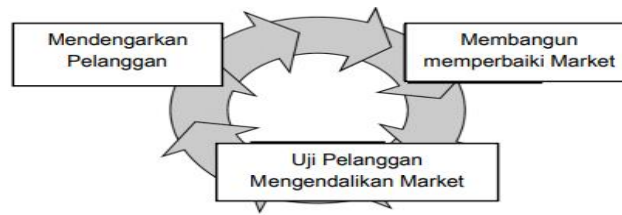
2.13. Pengujian Sistem *Black Box*

Metode ujicoba *Black-Box* memfokuskan pada keperluan fungsional dari *software*. Karena itu ujicoba *Black-Box* memungkinkan pengembang *software* untuk membuat himpunan kondisi input yang akan melatih seluruh syarat-syarat fungsional suatu program. Ujicoba *Black-Box* bukan merupakan alternatif dari ujicoba *White-Box*, tetapi merupakan pendekatan yang melengkapi untuk menemukan kesalahan lainnya (Rendy, 2019). Ujicoba *Black-Box* berusaha menemukan kesalahan dalam beberapa kategori, diantaranya:

1. Fungsi-fungsi yang salah atau hilang.
2. Kesalahan *interface*.
3. Kesalahan dalam struktur data atau akses *database* eksternal.
4. Kesalahan performa.
5. Kesalahan inisialisasi dan terminasi.

2.14. Metode Pengembangan Perangkat Lunak *Prototype*

Metode *prototype* merupakan salah satu metode pengembangan perangkat lunak. *Prototype* suatu teknik untuk mengumpulkan informasi tertentu mengenai kebutuhan-kebutuhan informasi pengguna secara cepat. Berfokus pada penyajian dari aspek-aspek perangkat lunak tersebut yang akan nampak bagi pelanggan atau pemakai. *Prototype* tersebut akan dievaluasi oleh pelanggan atau pemakai dan dipakai untuk menyaring kebutuhan pengembangan perangkat lunak. Tahapan model pengembangan *prototype* digambarkan pada gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4. Model *Prototype* (Susanto, 2016)

Metode *prototype* memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari metode *prototype* seperti:

1. Adanya komunikasi yang baik antara pengembang dan pelanggan.
2. Pengembangan dapat bekerja lebih baik dalam menentukan kebutuhan pelanggan.
3. Lebih menghemat waktu dalam pengembangan sistem.
4. Penerapan menjadi lebih mudah karena pemakai mengetahui apa yang diharapkannya.

Sedangkan kekurangan dari metode *prototype* antara lain:

1. Resiko tinggi yaitu masalah-masalah yang tidak terstruktur dengan baik, perubahan berupa mendengarkan pelanggan, sampai membangun dan memperbaiki market uji Pelanggan Mengendalikan Market yang besar dari waktu ke waktu dan adanya persyaratan data yang tidak menentu.
2. Interaksi pemakai penting. Sistem harus menyediakan dialog *on-line* antara pelanggan dan komputer.
3. Hubungan pelanggan dengan komputer yang disediakan mungkin tidak mencerminkan teknik perancangan yang baik.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Objek Penelitian

Objek yang diteliti pada penelitian ini yaitu kulit buah pala yang kemudian dibandingkan pada fitur transformasi ruang warna YIQ, YCbCr, HIS, dan HSV.

3.2. Tempat Penelitian

Pengambilan data sebagian dilakukan pada pekebunan pala yang berlokasi di Kelurahan Rum dan data lainnya akan diambil di dalam Laboratorium Riset Prodi Informatika Fakultas Teknik Universitas Khairun Ternate.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam mengumpulkan data pada penelitian ini yaitu studi Pustaka dan studi lapangan.

1. Studi Pustaka

Metode ini dilakukan untuk mendapatkan data literatur tambahan dari buku acuan mengenai transformasi ruang warna pada pengolahan citra dan informasi mengenai kematangan buah pala.

2. Studi Lapangan

Studi lapangan merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan beberapa teknik sebagai berikut.

a. Wawancara

Wawancara dilakukan untuk mendapatkan data yang berhubungan dengan pala. Yaitu dengan mewawancarai para petani untuk mendapatkan informasi mengenai kematangan buah pala.

b. Observasi

Observasi dilakukan terhadap objek penelitian yaitu warna dari kulit buah pala.

3.4. Metode Pengembangan Sistem

Metode *prototype* adalah metode dalam pengembangan rekayasa perangkat lunak yang bertahap dan berulang, serta mementingkan sisi *user system*. Adapun Langkah-langkah *prototype* pada penelitian ini yaitu:

1. Mendengarkan *client*

Mendengarkan *client* dilakukan dengan menanyakan secara langsung permasalahan-permasalahan yang dialami terhadap perbandingan fitur dalam mendeteksi kematangan buah pala.

2. Merancang dan membuat *prototype*

Melakukan perancangan dan pembuatan *prototype* sistem. Dimana *prototype* yang dibuat disesuaikan dengan kebutuhan sistem yang telah didefinisikan sebelumnya dari keluhan *client*.

Pada tahapan ini disediakan alat baik itu *hardware* berupa laptop dan kamera yang akan digunakan untuk mengambil gambar citra kulit pala, maupun *software* Matlab yang akan digunakan untuk membuat sistem perbandingan fitur.

3. Uji Coba

Uji coba sistem dilakukan oleh *client* atau pengguna seperti mencoba memasukkan beberapa gambar buah pala, apakah sistemnya berjalan sesuai semestinya atau tidak. Kemudian dilakukan evaluasi terkait dengan cara menggunakan sistem. Apabila ada keluhan dari *client*, maka pengembang akan memperbaiki Kembali *prototype* yang telah dibuat.

3.5. Perangkat Penelitian

Perangkat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Komputer (PC) atau laptop yang digunakan untuk melakukan analisis data memiliki spesifikasi pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Laptop

Jenis	Spesifikasi
Nama	Lenovo Ideapad Slim 3
<i>Processor</i>	Intel®Core™ i3-10110U CPU @ 2.10GHz
RAM	12 GB
SSD	512 GB
OS	Windows 11 Home Single Language 64-bit

2. Kamera yang digunakan untuk mengambil citra buah pala memiliki spesifikasi sebagaimana terdapat dalam tabel 3.2.

Tabel 3.2 Spesifikasi Kamera

Jenis	Spesifikasi
Model	Realme 6 Pro RMX2061
Versi	Android 11
Kamera Belakang	64MP Quad Camera
Kamera Depan	16MP
<i>Processor</i>	Qdualcomm®Snapdragon™ 720G Octa-Core

Tabel 3.3 Spesifikasi Software

Jenis	Spesifikasi
Sistem Operasi	Windows 11 Home Single Language 64-bit
Aplikasi/Tools	Matlab R2022a

3.6. Alur Penelitian

Alur yang akan dilakukan selama penelitian sebagai berikut:

3.6.1. Klasifikasi Citra Menggunakan Fitur YIQ Dengan Metode KNN

Alur penelitian yang akan dilakukan menggunakan fitur YIQ dengan metode KNN sebagai berikut:

1. Pengambilan citra buah pala

Pada penelitian yang akan dilakukan, pengambilan citra buah pala diambil dari jarak 20 cm antara kamera dan buah pala. Pengambilan data menggunakan latar belakang hitam bertujuan agar mengurangi dampak perubahan nilai pada citra.

2. Hitung nilai RGB

Dalam melakukan perhitungan untuk mengetahui tingkat kematangan buah pala, diawali dengan mendapatkan nilai-nilai *Red*, *Green*, dan *Blue* (RGB) dari sebuah citra pala yang kemudian ditransformasikan ke dalam YIQ.

3. Transformasi nilai RGB ke YIQ

Setelah mendapatkan nilai RGB maka nilai tersebut ditransformasikan ke nilai YIQ. Proses transformasi nilai RGB ke YIQ dilakukan menggunakan persamaan (2.1). Misalkan diketahui bahwasanya sebuah citra pala memiliki nilai RGB sebagai berikut.

$$R = 0,904842$$

$$G = 0.850944$$

$$B = 0.599484$$

Maka:

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.516 & -0.274 & -0.322 \\ 0.211 & -0.523 & 0.312 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.516 & -0.274 & -0.322 \\ 0.211 & -0.523 & 0.312 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,904842 \\ 0.850944 \\ 0.599484 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,928368 \\ -0.1787 \\ 0.062346 \end{bmatrix}$$

Hasil perhitungan nilai RGB yang kemudian ditransformasikan ke nilai YIQ dari data sampel menunjukkan nilai $Y = 0.928368$, $I = -0.1787$ dan $Q = 0.062346$. Dari data inilah yang kemudian akan dijadikan sebagai data latih dengan menggunakan algoritma KNN sehingga membentuk sebuah model yang akan digunakan untuk dilakukannya klasifikasi citra.

3.6.2. Klasifikasi Citra Menggunakan Fitur YCbCr Dengan Metode KNN

1. Pengambilan citra buah pala

Pada penelitian yang akan dilakukan, pengambilan citra buah pala diambil dari jarak 20 cm antara kamera dan buah pala. Pengambilan data menggunakan latar belakang hitam bertujuan agar mengurangi dampak perubahan nilai pada citra.

2. Hitung nilai RGB

Dalam melakukan perhitungan untuk mengetahui tingkat kematangan buah pala, diawali dengan mendapatkan nilai-nilai *Red*, *Green*, dan *Blue* (RGB) dari sebuah citra pala yang kemudian ditransformasikan ke dalam YCbCr.

3. Transformasi nilai RGB ke YCbCr

Setelah mendapatkan nilai RGB maka nilai tersebut ditransformasikan ke nilai YCbCr. Proses transformasi nilai RGB ke YCbCr dilakukan menggunakan persamaan (2.2). Misalkan diketahui bahwasanya sebuah citra pala memiliki nilai RGB sebagai berikut.

$$R = 0,904842$$

$$G = 0.850944$$

$$B = 0.599484$$

Maka:

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.169 & -0.331 & 0.500 \\ 0.500 & -0.419 & -0.081 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.169 & -0.331 & 0.500 \\ 0.500 & -0.419 & -0.081 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,904842 \\ 0,850944 \\ 0,599484 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0,57005 \\ -0,1387 \\ 0,319525 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,57005 \\ 127,8613 \\ 128,3195 \end{bmatrix}$$

Hasil perhitungan nilai RGB yang kemudian ditransformasikan ke nilai YCbCr dari data sampel menunjukkan nilai $Y = 0.57005$, $C_b = 127.8613$ dan $C_r = 128.3195$. Dari data inilah yang kemudian akan dijadikan sebagai data latih dengan menggunakan algoritma KNN sehingga membentuk sebuah model yang akan digunakan untuk dilakukannya klasifikasi citra.

3.6.3. Klasifikasi Citra Menggunakan Fitur HIS Dengan Metode KNN

1. Pengambilan citra buah pala

Pada penelitian yang akan dilakukan, pengambilan citra buah pala diambil dari jarak 20 cm antara kamera dan buah pala. Pengambilan data menggunakan latar belakang hitam bertujuan agar mengurangi dampak perubahan nilai pada citra.

2. Hitung nilai RGB

Dalam melakukan perhitungan untuk mengetahui tingkat kematangan buah pala, diawali dengan mendapatkan nilai-nilai *Red*, *Green*, dan *Blue* (RGB) dari sebuah citra pala yang kemudian ditransformasikan ke dalam HIS.

3. Transformasi nilai RGB ke HIS

Setelah mendapatkan nilai RGB maka nilai tersebut ditransformasikan ke nilai HIS. Proses transformasi nilai RGB ke HIS dilakukan setelah nilai RGB dinormalisasikan terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan (2.5) untuk mendapatkan nilai normalisasi *red*, persamaan (2.6) untuk mendapatkan nilai normalisasi *green* dan persamaan (2.7) untuk mendapatkan nilai normalisasi *blue*.

Setelah nilai RGB telah dinormalisasi maka selanjutnya nilai tersebut ditransformasikan ke HIS. Misalkan diketahui bahwasannya sebuah citra pala memiliki nilai RGB sebagai berikut:

$$R = 0,904842$$

$$G = 0.850944$$

$$B = 0.599484$$

Maka:

$$r = \frac{R}{R + G + B}$$

$$r = \frac{0.904842}{0.904842 + 0.850944 + 0.599484}$$

$$g = \frac{0.850944}{0.904842 + 0.850944 + 0.599484}$$

$$b = \frac{0.599484}{0.904842 + 0.850944 + 0.599484}$$

Hasil dari normalisasi nilai RGB sebagai berikut.

$$r = 0.384178$$

$$g = 0.361294$$

$$b = 0.254529$$

Setelah mendapatkan nilai RGB yang telah dinormalisasi, selanjutnya nilai RGB baru tersebut ditransformasikan ke HIS dengan menggunakan rumus yang ada pada persamaan

(2.6) untuk nilai *Hue*, persamaan (2.7) untuk nilai *Saturation* dan persamaan (2.8) untuk *Intensity*.

$$H = \cos^{-1} \left(0.5 \times \frac{0.384178 - 0.361294 + 0.384178 - 0.254529}{\sqrt{(0.384178 - 0.361294)^2 + (0.384178 - 0.254529)^2}} \right)$$

$$H = 0.952928$$

Setelah mendapatkan nilai *Hue* (H), setelah itu mencari nilai *Saturation* (S) sebagai berikut:

$$S = 1 - \left(3 \frac{0.254529}{0.384178 + 0.361294 + 0.254529} \right)$$

$$S = 0.23641$$

Setelah mendapatkan nilai *Saturation* (S) selanjutnya mencari *intensity* (I) menggunakan persamaan (2.8).

$$I = \frac{0.384178 + 0.361294 + 0.254529}{3}$$

$$I = 0.333333$$

Hasil perhitungan nilai RGB yang kemudian ditransformasikan ke nilai HIS dari data sampel citra buah pala yang telah matang menunjukkan nilai H = 0,952928, nilai S = 0,236414 dan nilai I = 0.333333.

3.6.4. Klasifikasi Citra Menggunakan Fitur HSV Dengan Metode KNN

1. Pengambilan citra buah pala

Pada penelitian yang akan dilakukan, pengambilan citra buah pala diambil dari jarak 20 cm antara kamera dan buah pala. Pengambilan data menggunakan latar belakang hitam bertujuan agar mengurangi dampak perubahan nilai pada citra.

2. Hitung nilai RGB

Dalam melakukan perhitungan untuk mengetahui tingkat kematangan buah pala, diawali dengan mendapatkan nilai-nilai *Red*, *Green*, dan *Blue* (RGB) dari sebuah citra

pala yang kemudian ditransformasikan ke dalam HSV.

2. Transformasi nilai RGB ke HSV

Setelah mendapatkan nilai RGB, maka nilai tersebut akan ditransformasikan ke HSV dengan menggunakan perintah dalam MatLab. Perintah dalam MatLab yang akan digunakan untuk mentransformasikan nilai RGB ke HSV yaitu `rgb2hsv`.

3. Melakukan pelatihan data citra

Setelah berhasil mendapatkan nilai HSV maka nilai-nilai tersebut akan dilatih dengan menggunakan algoritma KNN sehingga membentuk sebuah model yang digunakan untuk dilakukannya klasifikasi citra

3.7. Pengujian Sistem

Pada pengujian sistem deteksi kematangan buah pala, peneliti menggunakan *black box testing*. Hal ini dikarenakan pada sistem yang dibuat memiliki beberapa *push button* diantaranya *input* citra, klasifikasi citra dan lain sebagainya. Jadi yang akan diuji adalah apakah *push button* ini berfungsi sebagaimana mestinya atau tidak.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Data

Pada penelitian ini menggunakan total data sebanyak 80 data yang terbagi menjadi 40 data pala matang dan 40 data pala mentah. Pada data matang dibagi menjadi 30 data *training* dan 10 data *testing*. Sedangkan pada data mentah dibagi menjadi 10 data uji dan 30 data latih yang dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Citra Pala

No	Nama Citra	No	Nama Citra	No	Nama Citra	No	Nama Citra	No	Nama Citra
1	Matang1	17	Matang17	33	Matang33	49	Mentah9	65	Mentah25
2	Matang2	18	Matang18	34	Matang34	50	Mentah10	66	Mentah26
3	Matang3	19	Matang19	35	Matang35	51	Mentah11	67	Mentah27
4	Matang4	20	Matang20	36	Matang36	52	Mentah12	68	Mentah28
5	Matang5	21	Matang21	37	Matang37	53	Mentah13	69	Mentah29
6	Matang6	22	Matang22	38	Matang38	54	Mentah14	70	Mentah30
7	Matang7	23	Matang23	39	Matang39	55	Mentah15	71	Mentah31
8	Matang8	24	Matang24	40	Matang40	56	Mentah16	72	Mentah32
9	Matang9	25	Matang25	41	Mentah1	57	Mentah17	73	Mentah33
10	Matang10	26	Matang26	42	Mentah2	58	Mentah18	74	Mentah34
11	Matang11	27	Matang27	43	Mentah3	59	Mentah19	75	Mentah35
12	Matang12	28	Matang28	44	Mentah4	60	Mentah20	76	Mentah36
13	Matang13	29	Matang29	45	Mentah5	61	Mentah21	77	Mentah37
14	Matang14	30	Matang30	46	Mentah6	62	Mentah22	78	Mentah38
15	Matang15	31	Matang31	47	Mentah7	63	Mentah23	79	Mentah39
16	Matang16	32	Matang32	48	Mentah8	64	Mentah24	80	Mentah40

Pada penelitian ini menggunakan data citra pala yang beberapa citranya dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Citra Buah Pala

No	Nama Citra	Citra Pala	No	Nama Citra	Citra Pala
1.	Matang1		1.	Mentah1	
2.	Matang2		2.	Mentah2	
3.	Matang3		3.	Mentah3	
4.	Matang4		4.	Mentah4	
5.	Matang5		5.	Mentah5	
6.	Matang6		6.	Mentah6	
7.	Matang7		7.	Mentah7	

4.2. Klasifikasi Kematangan Pala Menggunakan HIS dan KNN

Klasifikasi kematangan pala menggunakan HIS dan KNN memiliki tahapan sebagai berikut.

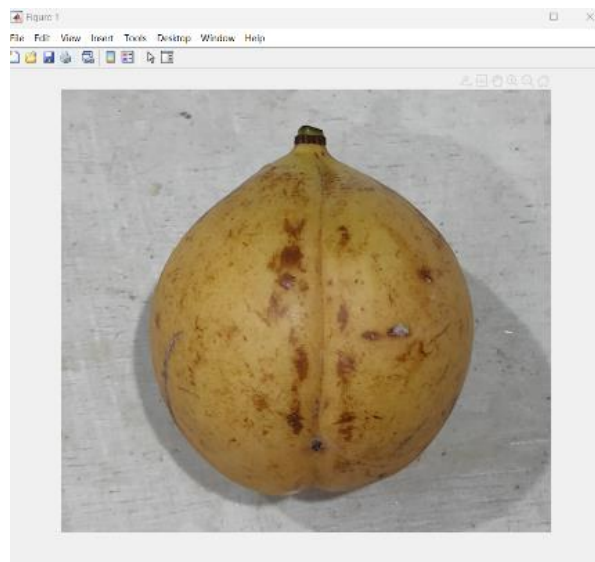
1. Membaca citra latih

Pada MatLab citra dapat dipanggil dengan kode `'imread'` untuk membaca citra yang digunakan. Untuk membaca data citra latih yang terdapat dalam sebuah folder dapat

menggunakan perintah berikut.

```
nama_folder = 'Data Latih/Matang';
%membaca file yang berekstensi .Jpg
nama_file = dir(fullfile(nama_folder, '*.jpg'));
% membaca jumlah file yang berekstensi .jpg
jumlah_file = numel(nama_file);
```

Perintah tersebut akan membaca seluruh file yang memiliki ekstensi .jpg pada folder Data Latih/Matang. Sedangkan untuk menampilkan data citra menggunakan perintah `figure, imshow`.



Gambar 4.1 Citra Pala

Gambar 4.1 merupakan *layer 1* citra pala asli yang akan diekstrak ke piksel *red*, piksel *green*, dan piksel *blue*.

2. Mengekstrak nilai RGB

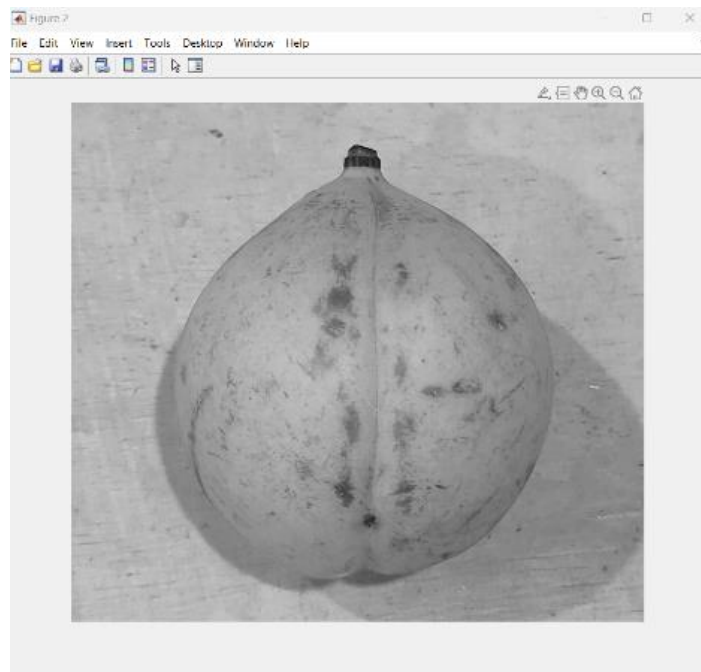
Setelah citra dibaca, kemudian citra akan diekstrak ciri warna untuk mendapatkan nilai RGB dari sebuah citra. Proses ekstrasi citra dapat dilakukan dengan cara berikut:

```
% melakukan ekstraksi ciri warna RGB
R = Img(:, :, 1); %red
G = Img(:, :, 2); %gren
B = Img(:, :, 3); %blue
```

Untuk memisahkan indeks piksel RGB ke dalam 3 *layer* piksel menggunakan ketetapan pada *Matlab* yaitu $(:,:,1)$ menyatakan piksel *red*, $(:,:,2)$ menyatakan piksel *green* dan $(:,:,3)$ menyatakan piksel *blue*.

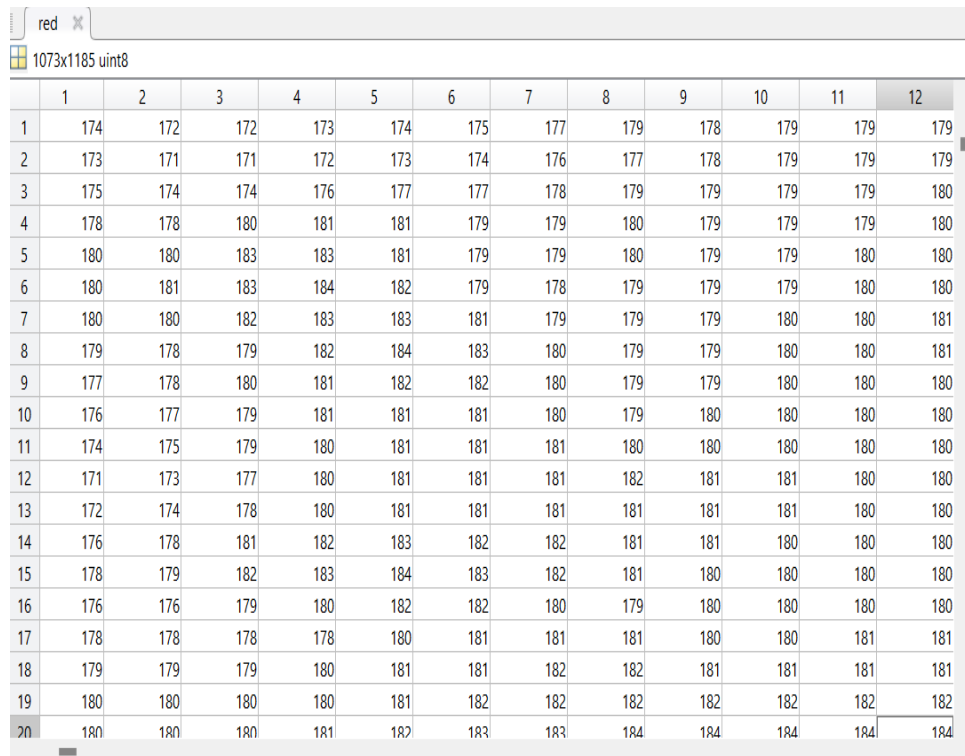
a. Citra yang diekstrak ke piksel *red*

Hasil untuk citra buah pala yang telah diekstrak ke piksel *red* dapat dilihat pada gambar 4.2 dengan menggunakan perintah `'nama_file' (:,:,1)` dan `figure, imshow` untuk menampilkan data.



Gambar 4.2 Citra Pala yang telah diekstrak ke piksel *red*

Tampilan gambar 4.2 merupakan *layer 2* citra pala asli yang diekstrak ke piksel *red*. Pada *layer* ini nilai piksel *red* dipisahkan dari citra pala original dan membentuk suatu *layer* dari *layer* piksel citra asli sehingga membentuk satu *layer* piksel *red* yang dapat dilihat pada gambar 4.3.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	174	172	172	173	174	175	177	179	178	179	179	179
2	173	171	171	172	173	174	176	177	178	179	179	179
3	175	174	174	176	177	177	178	179	179	179	179	180
4	178	178	180	181	181	179	179	180	179	179	179	180
5	180	180	183	183	181	179	179	180	179	179	180	180
6	180	181	183	184	182	179	178	179	179	179	180	180
7	180	180	182	183	183	181	179	179	179	180	180	181
8	179	178	179	182	184	183	180	179	179	180	180	181
9	177	178	180	181	182	182	180	179	179	180	180	180
10	176	177	179	181	181	181	180	179	180	180	180	180
11	174	175	179	180	181	181	181	180	180	180	180	180
12	171	173	177	180	181	181	181	182	181	181	180	180
13	172	174	178	180	181	181	181	181	181	181	180	180
14	176	178	181	182	183	182	182	181	181	180	180	180
15	178	179	182	183	184	183	182	181	180	180	180	180
16	176	176	179	180	182	182	180	179	180	180	180	180
17	178	178	178	178	180	181	181	181	180	180	181	181
18	179	179	179	180	181	181	182	182	181	181	181	181
19	180	180	180	180	181	182	182	182	182	182	182	182
20	180	180	180	181	182	183	183	184	184	184	184	184

Gambar 4.3 Nilai piksel *red*

Setelah mendapatkan nilai dari piksel *red* kemudian dinormalisaikan menggunakan persamaan 2.9.

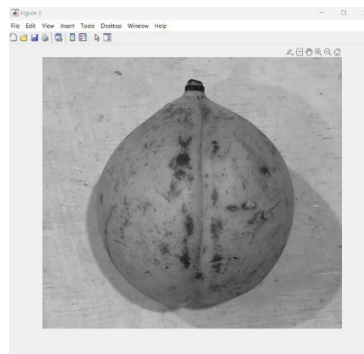
$$R = \begin{bmatrix} 174 & 172 & 172 \\ 173 & 171 & 171 \\ 175 & 174 & 174 \end{bmatrix}$$

$$R = \frac{174 + 172 + 172 + 173 + 171 + 171 + 175 + 174 + 174}{9} = 172,8889$$

Namun hal tersebut sulit dilakukan dengan mengingatnya banyak jumlah piksel dari gambar pala asli yaitu 1073 baris dan 1185 kolom.

b. Citra yang diekstrak ke piksel *green*

Hasil untuk citra buah pala yang telah diekstrak ke piksel *green* dapat dilihat pada gambar 4.4 dengan menggunakan perintah `'nama_file'(:, :, 2)` dan `figure, imshow` untuk menampilkan data.



Gambar 4.4 Citra yang telah diekstrak ke piksel *green*

Tampilan gambar 4.4 merupakan *layer 3* citra pala asli yang diekstrak ke piksel *green*.

Pada *layer* ini nilai piksel *green* dipisahkan dari citra pala asli dan membentuk satu *layer* dari *layer* piksel citra asli sehingga membentuk satu *layer* piksel *green* yang dapat dilihat pada gambar 4.5.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	176	174	172	173	174	175	177	179	178	179	179	179	179
2	175	173	171	172	173	174	176	177	178	179	179	179	179
3	177	176	174	176	177	177	178	179	179	179	179	179	179
4	180	180	180	181	181	179	179	180	179	179	179	179	179
5	182	182	183	183	181	179	179	180	179	179	180	180	180
6	182	183	183	184	182	179	178	179	179	179	180	180	180
7	182	182	182	183	183	181	179	179	179	179	180	180	180
8	181	180	179	182	184	183	180	179	179	180	180	180	180
9	179	180	180	181	182	182	180	179	179	180	180	180	180
10	178	179	179	181	181	181	180	179	180	180	180	180	180
11	176	177	179	180	181	181	181	180	180	180	180	180	180
12	173	175	177	180	181	181	181	182	181	181	180	180	180
13	174	176	178	180	181	181	181	181	181	181	180	180	180
14	178	180	181	182	183	182	182	181	181	180	180	180	180
15	180	181	182	183	184	183	182	181	180	180	180	180	180
16	178	178	179	180	182	182	180	179	180	180	180	180	180
17	180	180	180	180	180	181	181	181	180	180	181	181	181
18	181	181	181	182	181	181	182	182	181	181	181	181	181
19	182	182	182	182	181	182	182	182	182	182	182	182	182
20	182	182	182	183	182	183	183	184	184	184	184	184	184

Gambar 4.5 Nilai piksel *green*

Setelah mendapatkan nilai dari piksel *red* kemudian dinormalisaikan menggunakan persamaan 2.10.

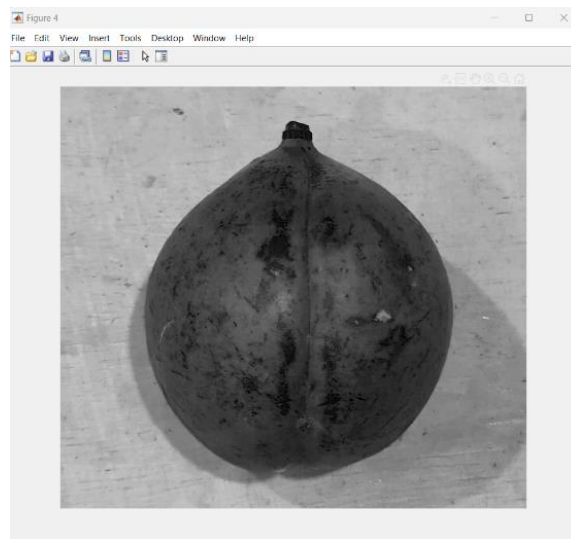
$$G = \begin{bmatrix} 176 & 174 & 172 \\ 175 & 173 & 171 \\ 177 & 176 & 174 \end{bmatrix}$$

$$G = \frac{176 + 174 + 172 + 175 + 173 + 171 + 177 + 176 + 174}{9} = 174,2222$$

Namun hal tersebut sulit dilakukan dengan mengingatnya banyak jumlah piksel dari gambar pala asli yaitu 1073 baris dan 1185 kolom.

c. Citra yang diekstrak ke piksel *blue*

Hasil untuk citra buah pala yang telah diekstrak ke piksel *blue* dapat dilihat pada gambar 4.6 dengan menggunakan perintah `'nama_file'(:, :, 3)` dan `figure, imshow` untuk menampilkan data.



Gambar 4.6 Citra yang telah diekstrak ke piksel *blue*

Tampilan gambar 4.6 merupakan *layer 4* citra pala asli yang diekstrak ke piksel *blue*. Pada *layer* ini nilai piksel *blue* dipisahkan dari citra pala asli dan membentuk satu *layer* dari *layer* piksel citra asli sehingga membentuk satu *layer* piksel *blue* yang dapat dilihat pada gambar 4.7.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	175	173	172	173	174	175	177	179	178	179	179	1
2	174	172	171	172	173	174	176	177	178	179	179	1
3	176	175	174	176	177	177	178	179	179	179	179	1
4	179	179	180	181	181	179	179	180	179	179	179	1
5	181	181	183	183	181	179	179	180	179	179	180	1
6	181	182	183	184	182	179	178	179	179	179	180	1
7	181	181	182	183	183	181	179	179	179	180	180	1
8	180	179	179	182	184	183	180	179	179	180	180	1
9	178	179	180	181	182	182	180	179	179	180	180	1
10	177	178	179	181	181	181	180	179	180	180	180	1
11	175	176	179	180	181	181	181	180	180	180	180	1
12	172	174	177	180	181	181	181	182	181	181	180	1
13	173	175	178	180	181	181	181	181	181	181	180	1
14	177	179	181	182	183	182	182	181	181	180	180	1
15	179	180	182	183	184	183	182	181	180	180	180	1
16	177	177	179	180	182	182	180	179	180	180	180	1
17	179	179	179	179	180	181	181	181	180	180	181	1
18	180	180	180	181	181	181	182	182	181	181	181	1
19	181	181	181	181	181	182	182	182	182	182	182	1
20	181	181	181	182	182	182	182	182	182	182	182	1

Gambar 4.7 Nilai piksel *blue*

Setelah mendapatkan nilai dari piksel *blue* kemudian dinormalisasikan menggunakan persamaan 2.11.

$$B = \begin{bmatrix} 175 & 173 & 172 \\ 174 & 172 & 171 \\ 176 & 175 & 174 \end{bmatrix}$$

$$B = \frac{175 + 173 + 172 + 174 + 172 + 171 + 176 + 175 + 174}{9} = 173,5556$$

Namun hal tersebut sulit dilakukan dengan mengingatnya banyak jumlah piksel dari gambar pala asli yaitu 1073 baris dan 1185 kolom.

3. Mengkonversi nilai RGB ke HIS

Nilai RGB yang didapat kemudian dikonversi ke HIS dengan menggunakan perintah berikut.

% melakukan ekstraksi ciri warna HSI

```
numh = 0.5*((Red-Green)+(Red-Blue));
denh = ((Red-Green).^2 + (Red-Blue).*(Green-Blue)).^0.5;
H = 1/cos(numh./(denh));
```

```
nums = min(min(Red,Green),Blue);
dens = Red + Green + Blue;
S = 1-3.* nums./dens;
```

$$I = (\text{Red} + \text{Green} + \text{Blue}) / 3;$$

Perintah yang digunakan untuk mengkonversi nilai RGB ke HIS merupakan implementasi persamaan 2.6, 2.7, dan 2.8.

4. Klasifikasi citra dengan HIS

Implementasi dari transformasi ruang warna HIS (*Hue, Intensity, Saturation*) merupakan acuan untuk menentukan klasifikasi kematangan buah pala. Komponen *hue* dihitung dengan menggunakan persamaan 2.6.

Data dengan nama masak1.jpg sebagai sampel yang diketahui nilai RGB sebagai berikut.

$$R = 0.56924$$

$$G = 0.47061$$

$$B = 0.30635$$

Maka :

$$H = \cos^{-1} \left(0.5 \times \frac{0.56924 - 0.47061 + 0.56924 - 0.30635}{\sqrt{(0.56924 - 0.47061)^2 + (0.56924 - 0.30635)^2}} \right)$$

$$H = 1.4148$$

Setelah mendapatkan nilai *Hue* (H), setelah itu mencari nilai *Saturation* (S) sebagai berikut:

$$S = 1 - \left(3 \frac{0.30635}{0.56924 + 0.47061 + 0.30635} \right)$$

$$S = 0.44873$$

Setelah mendapatkan nilai *Saturation* (S) selanjutnya mencari *intensity* (I) menggunakan persamaan (2.8).

$$I = \frac{0.56924 + 0.47061 + 0.30635}{3}$$

$$I = 0.3173$$

Setelah nilai dari HSI didapatkan, selanjutnya akan diklasifikasikan dengan menggunakan range nilai HIS. pada perhitungan untuk sampel masak1.jpg didapatkan nilai $H=1.4148$, nilai $S=0.044873$, dan nilai $I=0.3173$. Nilai HSI tersebut masuk kedalam kategori buah matang sehingga hasil keluaran dari sistem nantinya adalah buah matang. Hasil klasifikasi sistem kematangan buah tomat untuk sampel data masak1.jpg dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 GUI hasil klasifikasi data sampel masak1.jpg

5. Hasil klasifikasi citra dengan model K-NN

Hasil klasifikasi citra dengan model K-NN dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Klasifikasi Citra dengan Model K-NN

Citra	Red	Green	Blue	Hue	Intensity	Saturation
	0.5665	0.4468	0.2466	1.4138	0.4127	0.4200
	0.5668	0.4600	0.2348	1.3632	0.4415	0.4205

	0.5972	0.4847	0.3025	1.4214	0.3445	0.4615
	0.5872	0.4699	0.2680	1.4073	0.3932	0.4417
	0.5988	0.4647	0.2562	1.4308	0.4175	0.4399
	0.42477	0.3671	0.1493	1.2674	0.5241	0.3137
	0.4276	0.3673	0.1562	1.2776	0.5072	0.3170
	0.4192	0.3863	0.1540	1.2078	0.5183	0.3198
	0.4099	0.3439	0.1613	1.3131	0.4710	0.3051

	0.3506	0.3476	0.1456	1.1466	0.4823	0.2812
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------

4.3. Klasifikasi Kematangan Pala Menggunakan HSV dan KNN

Klasifikasi kematangan pala menggunakan HSV dan KNN memiliki tahapan sebagai berikut.

1. Tahapan pelatihan

Pada tahapan ini 60 data yang berada pada tabel 4.1 akan digunakan menjadi data latih yang kemudian akan dibangun menjadi model yang akan digunakan pada tahap pengujian. Model tersebut yang digunakan untuk menentukan tingkat kematangan citra pala lainnya. Tahapan pelatihan terdiri dari membaca data citra latih, mengeskrak nilai RGB, mengkonversi nilai RGB ke HSV kemudian membuat model KNN.

A. Membaca citra latih

Pada *MatLab* untuk membaca citra yang digunakan untuk membuat model pelatihan dapat menggunakan perintah berikut.

```
nama_folder = 'Data Latih/Matang';
%membaca file yang berekstensi .Jpg
nama_file = dir(fullfile(nama_folder, '*.jpg'));
% membaca jumlah file yang berekstensi .jpg
jumlah_file = numel(nama_file);
```

Perintah tersebut akan membaca seluruh file yang memiliki ekstensi .jpg pada folder Data Latih/Matang.

B. Mengekstrak nilai RGB

Setelah citra dibaca, kemudian citra akan diekstrak ciri warna dengan menggunakan perintah berikut.

```
% melakukan ekstraksi ciri warna RGB
R = Img(:,:,1); %red
G = Img(:,:,2); %gren
B = Img(:,:,3); %blue
```

C. Mengkonversi nilai RGB ke HSV

Nilai RGB yang didapat kemudian dikonversi ke HSV dengan menggunakan perintah berikut.

```
% melakukan ekstraksi ciri warna HSV
HSV = rgb2hsv(Img);
```

D. Membuat model KNN

Setelah mendapatkan nilai HIS dari keseluruhan data latih, selanjutnya membuat model dengan metode KNN dengan menggunakan perintah berikut pada *software* MatLab R2022a.

```
% melakukan pelatihan menggunakan algoritma knn
ModelHIS=fitcknn(ciri_latih,target_latih,'NumNeighbors',3);
```

Setelah melakukan pelatihan, langkah berikutnya membaca kelas keluaran hasil pelatihan dengan menggunakan perintah sebagai berikut.

```
% membaca kelas keluaran hasil pelatihan
hasil_latih = predict(ModelHIS,ciri_latih);
```

Setelah mendapatkan hasil latih, model tersebut kemudian disimpan dan akan digunakan pada tahapan pengujian. Perintah yang digunakan untuk menyimpan model hasil pelatihan sebagai berikut.

```
% menyimpan Model
save ModelHSV ModelHSV
```

2. Tahapan pengujian

Tahapan pengujian merupakan tahap dimana menguji data baru menggunakan model yang telah dibuat pada saat tahapan pelatihan. Dalam tahapan pengujian prosesnya dimulai dengan membaca citra uji, kemudian mengekstrak nilai RGB, setelah itu

mengkonversi nilai RGB ke HSV dan memanggil model KNN untuk dilakukannya klasifikasi data baru.

Perintah yang digunakan untuk memanggil model yang telah dibuat sebagai berikut.

```
%Memanggil model knn
load ModelHSV

% membaca kelas keluaran hasil pelatihan
hasil_uji = predict(ModelHSV,ciri_uji);
```

Setelah mendapatkan seluruh data klasifikasi menggunakan model yang telah dibuat, maka selanjutnya menghitung nilai akurasi pengujian yang dilakukan dengan menggunakan perintah berikut.

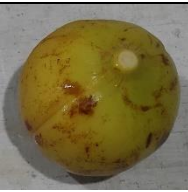
```
% menghitung akurasi pengujian
jumlah_benar = 0;
jumlah_data = size(ciri_uji,1);
for k = 1:jumlah_data
    if isequal(hasil_uji{k},target_uji{k})
        jumlah_benar = jumlah_benar+1;
    end
end

akurasi_pengujian = jumlah_benar/jumlah_data*100
```

Hasil klasifikasi citra buah pala menggunakan fitur HSV dengan model K-NN dapat dilihat pada tabel 4.4. berikut.

Tabel 4.4 Hasil Klasifikasi Citra dengan fitur HSV

Citra	Red	Green	Blue	Hue	Saturation	Value
	0.5665	0.4468	0.2466	0.1099	0.5611	0.5665
	0.5668	0.4600	0.2348	0.1150	0.5845	0.5667

	0.5972	0.4847	0.3025	0.1104	0.4870	0.5973
	0.5872	0.4699	0.2680	0.1056	0.5403	0.5872
	0.5988	0.4647	0.2562	0.1051	0.5662	0.5988
	0.42477	0.3671	0.1493	0.1293	0.6419	0.4247
	0.4276	0.3673	0.1562	0.1270	0.6319	0.4276
	0.4192	0.3863	0.1540	0.1428	0.6275	0.4193
	0.4099	0.3439	0.1613	0.1230	0.6046	0.4099

	0.3506	0.3476	0.1456	0.1606	0.5983	0.3567
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------

4.4. Klasifikasi Kematangan Pala Menggunakan YIQ dan KNN

Klasifikasi kematangan pala menggunakan YIQ dan KNN memiliki tahapan sebagai berikut.

1. Tahapan pelatihan

Pada tahapan ini 60 data yang berada pada tabel 4.1 akan digunakan menjadi data latih yang kemudian akan dibangun menjadi model yang akan digunakan pada tahap pengujian. Model tersebut yang digunakan untuk menentukan tingkat kematangan citra pala lainnya. Tahapan pelatihan terdiri dari membaca data citra latih, mengeskrak nilai RGB, mengkonversi nilai RGB ke YIQ kemudian membuat model KNN.

A. Membaca citra latih

Pada MatLab untuk membaca citra yang digunakan untuk membuat model pelatihan dapat menggunakan perintah berikut.

```
nama_folder = 'Data Latih/Matang';
%membaca file yang berekstensi .Jpg
nama_file = dir(fullfile(nama_folder, '*.jpg'));
% membaca jumlah file yang berekstensi .jpg
jumlah_file = numel(nama_file);
```

Perintah tersebut akan membaca seluruh file yang memiliki ekstensi .jpg pada folder Data Latih/Matang.

B. Mengekstrak nilai RGB

Setelah citra dibaca, kemudian citra akan diekstrak ciri warna dengan menggunakan perintah berikut.

```
% melakukan ekstraksi ciri warna RGB
R = Img(:,:,1); %red
G = Img(:,:,2); %gren
B = Img(:,:,3); %blue
```

C. Mengkonversi nilai RGB ke YIQ

Nilai RGB yang didapat kemudian dikonversi ke YIQ dengan menggunakan perintah berikut.

```
% melakukan ekstraksi ciri warna NTSC/YIQ
YIQ = rgb2ntsc(Img);
```

D. Membuat model KNN

Setelah mendapatkan nilai YIQ dari keseluruhan data latih, selanjutnya membuat model dengan metode KNN dengan menggunakan perintah berikut pada *software* MatLab R2022a.

```
% melakukan pelatihan menggunakan algoritma knn
ModelYIQ =
fitcknn(ciri_latih,target_latih,'NumNeighbors',3);
```

Setelah melakukan pelatihan, langkah berikutnya membaca kelas keluaran hasil pelatihan dengan menggunakan perintah sebagai berikut.

```
% membaca kelas keluaran hasil pelatihan
hasil_latih = predict(ModelYIQ,ciri_latih);
```

Setelah mendapatkan hasil latih, model tersebut kemudian disimpan dan akan digunakan pada tahapan pengujian. Perintah yang digunakan untuk menyimpan model hasil pelatihan sebagai berikut.

```
% membaca kelas keluaran hasil pelatihan
hasil_latih = predict(ModelYIQ,ciri_latih);
```

2. Tahapan pengujian

Tahapan pengujian merupakan tahap dimana menguji data baru menggunakan model yang telah dibuat pada saat tahapan pelatihan. Dalam tahapan pengujian prosesnya dimulai dengan membaca citra uji, kemudian mengekstrak nilai RGB, setelah itu

mengkonversi nilai RGB ke YIQ dan memanggil model KNN untuk dilakukannya klasifikasi data baru.

Perintah yang digunakan untuk memanggil model yang telah dibuat sebagai berikut.

```
% Memanggil model knn
load ModelYIQ
```

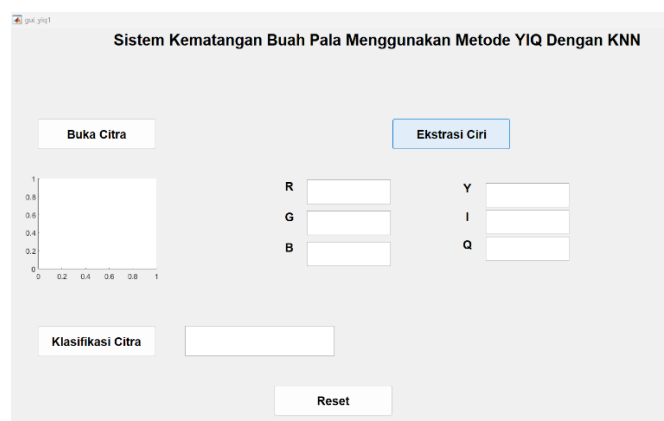
```
% Membaca kelas keluaran hasil pengujian
hasil_uji = predict(ModelYIQ,ciri_uji);
```

Setelah mendapatkan seluruh data klasifikasi menggunakan model yang telah dibuat maka selanjutnya menghitung nilai akurasi pengujian yang dilakukan dengan menggunakan perintah berikut.

```
% Menghitung akurasi pengujian
jumlah_benar = 0;
jumlah_data = size(ciri_uji,1);
for k = 1:jumlah_data
    if isequal(hasil_uji{k},target_uji{k})
        jumlah_benar = jumlah_benar+1;
    end
end
```

```
akurasi_pengujian = jumlah_benar/jumlah_data*100
```

Tahap pengujian ini terdiri dari pembuatan tampilan GUI dan hasil pengelompokkan citra dengan menggunakan model KNN. Tampilan GUI dari system kematangan buah pala dengan metode transformasi ruang warna YIQ dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Tampilan GUI YIQ

Pada tampilan gambar 4.9 terdapat 4 tombol yaitu tombol buka citra, tombol ekstrasi ciri, klasifikasi citra dan tombol reset. Pada tombol buka citra berfungsi sebagai pemanggilan data citra yang akan diklasifikasi. Fungsi tombol tersebut dapat dilihat melalui pada MatLab R2022a sebagai berikut.

```
% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

[nama_file,nama_folder] = uigetfile('*.JPG');
if ~isequal(nama_file,0)
    Img = im2double(imread(fullfile(nama_folder,nama_file)));

    axes(handles.axes1)
    imshow (Img)

    handles.Img = Img;
    guidata(hObject, handles)
else
    return
end
```

Perintah pada tombol buka citra jika dijalankan akan memiliki hasil yang dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Fungsi tombol buka citra

Pada gambar 4.10 dapat dilihat jika tombol buka citra ditekan maka *user* akan diarahkan ke pemilihan citra. Setelah *user* memilih citra maka citra tersebut akan ditampilkan pada box.

Pada tombol ekstraksi ciri memiliki fungsi untuk menampilkan data citra dalam *edit text* yang telah tersedia. Tombol ekstraksi ciri ini dapat dilihat pada perintah Matlab R2022a sebagai berikut.

```
% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to pushbutton2 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see
GUIDATA)

Img = handles.Img;

% Konversi citra RGB ke grayscale
Img_gray = rgb2gray(Img);

% konversi citra grayscale ke biner
bw = imbinarize(Img_gray);

% Melakukan operasi komplemen
bw = imcomplement(bw);

% melakukan operasi morfologi untuk menyempurnakan hasil
segmentasi
% 1. Filling Holes
bw = imfill(bw, 'holes');

% konversi citra grayscale ke biner
bw = bwareaopen(bw, 1000);

% melakukan ekstraksi ciri warna RGB
R = Img(:,:,1); %Red
G = Img(:,:,2); %Green
B = Img(:,:,3); %Blue
R(~bw) = 0;
G(~bw) = 0;
B(~bw) = 0;

Red = sum(sum(R))/sum(sum(bw));
Green = sum(sum(G))/sum(sum(bw));
Blue = sum(sum(B))/sum(sum(bw));
```

```

YIQ = rgb2ntsc(Img);

Y = YIQ(:,:,1); % GrayScale
I = YIQ(:,:,2); % Hue
Q = YIQ(:,:,3); % Saturation
Y(~bw) = 0;
I(~bw) = 0;
Q(~bw) = 0;

GrayScale = sum(sum(Y))/sum(sum(bw));
Hue = sum(sum(I))/sum(sum(bw));
Saturation = sum(sum(Q))/sum(sum(bw));

Img_gray(~bw) = 0;

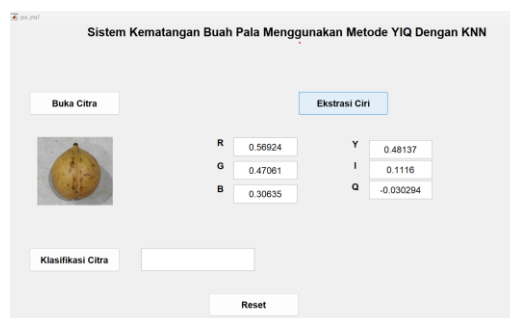
% Menyusun variabel ciri uji
ciri_uji = [Red,Green,Blue,GrayScale,Hue,Saturation]

% Menampilkan ciri pada edit text
set(handles.edit1, 'string', num2str(Red));
set(handles.edit2, 'string', num2str(Green));
set(handles.edit3, 'string', num2str(Blue));
set(handles.edit4, 'string', num2str(GrayScale));
set(handles.edit5, 'string', num2str(Hue));
set(handles.edit6, 'string', num2str(Saturation));

% Menyimpan Ciri ke handles
handles.Red = Red;
handles.Green = Green;
handles.Blue = Blue;
handles.Hue = GrayScale;
handles.Saturation = Hue;
handles.Value = Saturation;
handles.ciri_uji = ciri_uji;
guidata(hObject, handles)

```

Hasil dari tombol ekstraksi ciri dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Hasil tombol ekstraksi ciri

Pada tombol klasifikasi berfungsi sebagai penentuan data citra yang diklasifikasi apakah data citra yang dipanggil masuk dalam kelas matang atau mentah. Fungsi tombol klasifikasi dapat dilihat melalui perintah pada MatLab R2022a sebagai berikut.

```
% --- Executes on button press in pushbutton3.
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to pushbutton3 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see
GUIDATA)

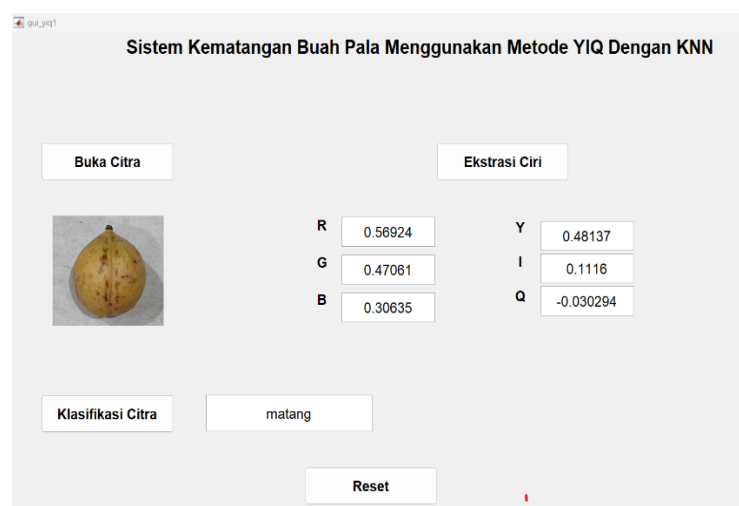
% Memanggil ciri uji di handles
ciri_uji = handles.ciri_uji;

% Memanggil model KNN
load ModelYIQ.mat

% Membaca kelas keluaran hasil pengujian
hasil_uji = predict(ModelYIQ,ciri_uji);

% Menampilkan hasil ke edit text
set(handles.edit7,'string',hasil_uji)
```

Perintah pada tombol klasifikasi jika dijalankan akan memiliki hasil yang dapat dilihat gambar 4.12.



Gambar 4.12 Hasil tombol klasifikasi

Pada tombol reset berfungsi sebagai tombol yang mengembalikan tampilan GUI Kembali seperti semula. Fungsi tombol *reset* dapat dilihat melalui perintah pada *MatLab* R2022a sebagai berikut.

```
% --- Executes on button press in pushbutton4.
function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to pushbutton4 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see
GUIDATA)

% Reset Tampilan
set(handles.edit1, 'string', [])
set(handles.edit2, 'string', [])
set(handles.edit3, 'string', [])
set(handles.edit4, 'string', [])
set(handles.edit5, 'string', [])
set(handles.edit6, 'string', [])
set(handles.edit7, 'string', [])

axes(handles.axes1)
cla reset
set(gca, 'Xtick', [])
set(gca, 'Ytick', [])
```

Perintah pada tombol klasifikasi jika dijalankan akan memiliki hasil yang dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Hasil tombol reset

4.5. Klasifikasi Kematangan Pala Menggunakan YCbCr dan KNN

Klasifikasi kematangan pala menggunakan YCbCr dan KNN memiliki tahapan sebagai berikut.

1. Tahapan pelatihan

Pada tahapan ini 60 data yang berada pada tabel 4.1 akan digunakan menjadi data latih yang kemudian akan dibangun menjadi model yang akan digunakan pada tahap pengujian. Model tersebut yang digunakan untuk menentukan tingkat kematangan citra pala lainnya. Tahapan pelatihan terdiri dari membaca data citra latih, mengeskrak nilai RGB, mengkonversi nilai RGB ke YCbCr kemudian membuat model KNN.

A. Membaca citra latih

Pada MatLab untuk membaca citra yang digunakan untuk membuat model pelatihan dapat menggunakan perintah berikut.

```
nama_folder = 'Data Latih/Matang';
%membaca file yang berekstensi .Jpg
nama_file = dir(fullfile(nama_folder, '*.jpg'));
% membaca jumlah file yang berekstensi .jpg
jumlah_file = numel(nama_file);
```

Perintah tersebut akan membaca seluruh *file* yang memiliki ekstensi .jpg pada folder Data Latih/Matang.

B. Mengekstrak nilai RGB

Setelah citra dibaca, kemudian citra akan diekstrak ciri warna dengan menggunakan perintah berikut.

```
% melakukan ekstraksi ciri warna RGB
R = Img(:,:,1); %red
G = Img(:,:,2); %gren
B = Img(:,:,3); %blue
```

C. Mengkonversi nilai RGB ke YCbCr

Nilai RGB yang didapat kemudian dikonversi ke YCbCr dengan menggunakan

perintah berikut.

```
% melakukan ekstraksi ciri warna YCbCr
YCBCR = rgb2ycbcr(Img);
```

D. Membuat model KNN

Setelah mendapatkan nilai HIS dari keseluruhan data latih, selanjutnya membuat model dengan metode KNN dengan menggunakan perintah berikut pada *software* MatLab R2022a.

```
% melakukan pelatihan menggunakan algoritma knn
ModelYCBCR =
fitcknn(ciri_latih,target_latih,'NumNeighbors',3);
```

Setelah melakukan pelatihan, langkah berikutnya membaca kelas keluaran hasil

pelatihan dengan menggunakan perintah sebagai berikut.

```
% membaca kelas keluaran hasil pelatihan
hasil_latih = predict(ModelYCBCR,ciri_latih);
```

Setelah mendapatkan hasil latih, model tersebut kemudian disimpan dan akan digunakan pada tahapan pengujian. Perintah yang digunakan untuk menyimpan model hasil pelatihan sebagai berikut.

```
% menyimpan Mdl
save ModelYCBCR ModelYCBCR
```

2. Tahapan pengujian

Tahapan pengujian merupakan tahap dimana menguji data baru menggunakan model yang telah dibuat pada saat tahapan pelatihan. Dalam tahapan pengujian prosesnya dimulai dengan membaca citra uji, kemudian mengekstrak nilai RGB, setelah itu mengkonversi nilai RGB ke YCbCr dan memanggil model KNN untuk dilakukannya klasifikasi data baru.

Perintah yang digunakan untuk memanggil model yang telah dibuat sebagai berikut.

```
% Memanggil model knn
load ModelYCBCR
```

```
% Membaca kelas keluaran hasil pengujian
```

```
hasil_uji = predict(ModelYCBCR,ciri_uji);
```

Setelah mendapatkan seluruh data klasifikasi menggunakan model yang telah dibuat maka selanjutnya menghitung nilai akurasi pengujian yang dilakukan dengan menggunakan perintah berikut.

```
% Menghitung akurasi pengujian
jumlah_benar = 0;
jumlah_data = size(ciri_uji,1);
for k = 1:jumlah_data
    if isequal(hasil_uji{k},target_uji{k})
        jumlah_benar = jumlah_benar+1;
    end
end
akurasi_pengujian = jumlah_benar/jumlah_data*100
```

4.6. Perbandingan Data Klasifikasi HIS, HSV, YIQ dan YCbCr

Klasifikasi buah pala dengan menggunakan metode transformasi ruang warna dengan fitur HIS, HSV, YIQ dan YCbCr memiliki hasil sebagai berikut

1. Hasil klasifikasi citra buah pala menggunakan fitur HIS dengan metode KNN

Hasil klasifikasi citra buah pala menggunakan metode transformasi ruang warna HIS dapat dilihat pada gambar 4.14.

1	2	3	4	5	6
1 matang					
2 matang					
3 matang					
4 matang					
5 matang					
6 matang					
7 matang					
8 matang					
9 matang					

1	2	3	4	5	6
1 matang					
2 matang					
3 matang					
4 matang					
5 matang					
6 matang					
7 matang					
8 matang					
9 matang					


```
akurasi_pengujian =
    95
fx>>
```

Gambar 4.14 Hasil Pengujian Fitur HIS

Setelah melakukan pengujian data citra pala dengan menggunakan *library matlab* untuk fitur HIS, hal selanjutnya yang perlu dilakukan adalah menghitung akurasi pengujian. Dari pengujian fitur HIS diperoleh hasil akurasi sebesar 95%.

2. Hasil klasifikasi citra buah pala menggunakan fitur HSV dengan metode KNN

Hasil klasifikasi citra buah pala menggunakan metode transformasi ruang warna HSV dapat dilihat pada gambar 4.15.

target uji	1	2	3	4	5	6
1	matang					
2	matang					
3	matang					
4	matang					
5	matang					
6	matang					
7	matang					
8	matang					
9	matang					
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

hasil uji	1	2	3	4	5	6
1	matang					
2	matang					
3	matang					
4	matang					
5	matang					
6	matang					
7	matang					
8	matang					
9	matang					
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						


```

Command Window
akurasi_pengujian =
    100
fx >>
  
```

Gambar 4.15 Hasil Pengujian Fitur HSV

Setelah melakukan pengujian data citra pala dengan menggunakan *library matlab* untuk fitur HSV, hal selanjutnya yang perlu dilakukan adalah menghitung akurasi pengujian. Dari pengujian fitur HSV diperoleh hasil akurasi sebesar 100%.

3. Hasil klasifikasi citra buah pala menggunakan fitur YIQ dengan metode KNN

Hasil klasifikasi citra buah pala menggunakan metode transformasi ruang warna YIQ dapat dilihat pada gambar 4.16.

target uji	1	2	3	4	5	6
1	matang					
2	matang					
3	matang					
4	matang					
5	matang					
6	matang					
7	matang					
8	matang					
9	matang					
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

hasil uji	1	2	3	4	5	6
1	matang					
2	matang					
3	matang					
4	matang					
5	matang					
6	matang					
7	matang					
8	matang					
9	matang					
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						


```

Command Window
akurasi_pengujian =
    100
fx >>
  
```

Gambar 4.16 Hasil Pengujian Fitur YIQ

Setelah melakukan pengujian data citra pala dengan menggunakan *library matlab* untuk fitur YIQ, hal selanjutnya yang perlu dilakukan adalah menghitung akurasi pengujian. Dari pengujian fitur YIQ diperoleh hasil akurasi sebesar 100%.

4. Hasil klasifikasi citra buah pala menggunakan fitur YCbCr dengan metode KNN

Hasil klasifikasi citra buah pala menggunakan metode transformasi ruang warna YCbCr dapat dilihat pada gambar 4.17.

target_uji	hasil_uji
1 matang	1 matang
2 matang	2 matang
3 matang	3 matang
4 matang	4 matang
5 matang	5 matang
6 matang	6 matang
7 matang	7 matang
8 matang	8 matang
9 matang	9 matang
10 matang	10 matang

Command Window
akurasi_pengujian =
100

Gambar 4.17 Hasil Pengujian Fitur YCbCr

Setelah melakukan pengujian data citra pala dengan menggunakan *library matlab* untuk fitur YCbCr, hal selanjutnya yang perlu dilakukan ialah dengan menghitung akurasi pengujian. Dari pengujian fitur YCbCr diperoleh hasil akurasi sebesar 100%.

4.7 Hasil Klasifikasi Citra Pala

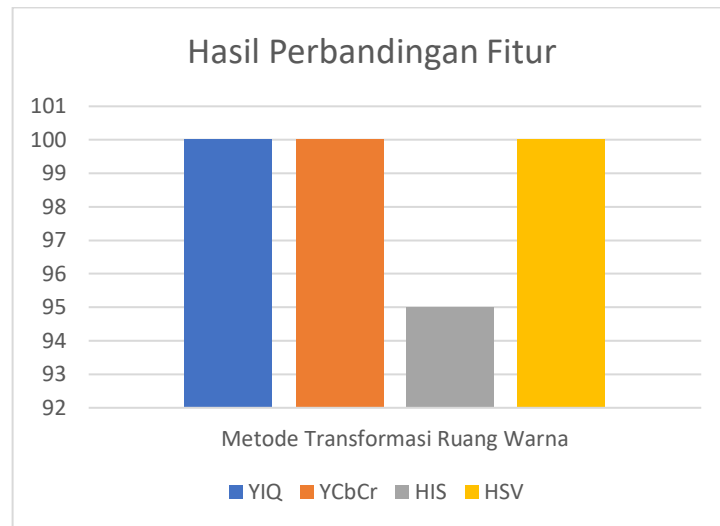
Hasil klasifikasi citra dengan metode *K-Nearest Neighbour* (KNN) dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Klasifikasi Citra Pala Dengan Metode KNN

No.	Nama Citra	Jenis Kematangan		Klasifikasi			
		Mentah	Matang	HIS	HSV	YIQ	YCbCr
1.	Matang31		✓	✓		✓	✓
2.	Matang32		✓	✓	✓	✓	✓

3.	Matang33		✓	✓	✓	✓	✓
4.	Matang34		✓	✓	✓	✓	✓
5.	Matang35		✓	✓	✓	✓	✓
6.	Matang36		✓	✓	✓	✓	✓
7.	Matang37		✓	✓	✓	✓	✓
8.	Matang38		✓	✓	✓	✓	✓
9.	Matang39		✓	✓	✓	✓	✓
10.	Matang40		✓	✓	✓	✓	✓
11.	Mentah1	✓		✗	✓	✓	✓
12.	Mentah2	✓		✓	✓	✓	✓
13.	Mentah3	✓		✓	✓	✓	✓
14.	Mentah4	✓		✓	✓	✓	✓
15.	Mentah5	✓		✓	✓	✓	✓
16.	Mentah6	✓		✓	✓	✓	✓
17.	Mentah7	✓		✓	✓	✓	✓
18.	Mentah8	✓		✓	✓	✓	✓
19.	Mentah9	✓		✓	✓	✓	✓
20.	Mentah10	✓		✓	✓	✓	✓

Dari hasil pengujian data yang dilakukan pada tabel 4.2 dapat diketahui perbandingan dari berbagi fitur yang berbeda dalam deteksi kematangan buah pala. Dimana semua hasil klasifikasi dengan menggunakan 20 buah data uji dan 60 buah data latih merupakan benar namun ada satu data yang tidak sesuai dengan data latih yakni data ke-11 dengan nama data Mentah1. Harusnya data tersebut dibaca sebagai data mentah. Hasil perbandingan dapat dilihat pada gambar 4.18.



Gambar 4.18 Hasil Perbandingan Fitur YIQ, YCbCr, HIS dan HSV.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Pada proses klasifikasi kematangan buah pala, hal pertama yang dilakukan adalah membaca data citra pala lalu mengestrak nilai RGB dari data tersebut. Setelah diperoleh nilai RGB, maka nilai RGB tersebut dinormalisasikan menggunakan rumus untuk mendapatkan hasil dari 1 nilai warna yaitu *red*, *green*, *blue*. Setelah dinormalisasikan, nilai RGB tersebut dikonversi ke YIQ, YCbCr, HIS, dan HSV.

Penelitian yang dilakukan dengan meneliti perbandingan fitur transformasi ruang warna dalam mendeteksi citra buah pala dengan menggunakan 20 data uji menghasilkan nilai akurasi yang berbeda pada fitur YIQ, YCbCr, HSV. Kesimpulannya sebagai berikut :

1. Klasifikasi citra buah pala menggunakan metode transformasi ruang warna YIQ dengan menggunakan algoritma KNN menghasilkan akurasi pengujian sebesar 100% pada 20 data uji.
2. Klasifikasi citra buah pala menggunakan metode transformasi ruang warna YCbCr dengan menggunakan algoritma KNN menghasilkan akurasi pengujian sebesar 100% pada 20 data uji.
3. Klasifikasi citra buah pala menggunakan metode transformasi ruang warna HIS dengan menggunakan algoritma KNN menghasilkan akurasi pengujian sebesar 95% pada 20 data uji. Dimana terdapat data benar sebanyak 19 data dan 1 buah data salah.
4. Klasifikasi citra buah pala menggunakan metode transformasi ruang warna HSV dengan menggunakan algoritma KNN menghasilkan akurasi pengujian sebesar 100%

pada 20 data uji.

Jadi setelah dilakukan penelitian dengan menggunakan 80 buah pala (yang mana 40 data merupakan buah mentah dan 40 lainnya merupakan buah matang) dapat disimpulkan fitur yang paling optimal dalam klasifikasi citra buah pala adalah YIQ, YCBCR dan HSV.

5.2. Saran

Untuk pengambilan citra diperhatikan lagi kualitas cahaya jangan terlalu terang maupun terlalu gelap. Penelitian ini hanya mengukur warna kematangan buah pala, tidak pada bentuk. Sehingga untuk peneliti selanjutnya dapat dikembangkan lagi untuk pengenalan bentuk pada objek agar dapat diketahui yang diklasifikasi adalah buah atau bukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananto Dwi Indra, and Murinto. 2015. Aplikasi Pengolahan Citra Mendeteksi Kualitas Cabai Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Transformasi Warna YCbCr. *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*, 3(1).
- Astrianda, Nica. 2020. "Klasifikasi Kematangan Buah Tomat Dengan Variasi Model Warna Menggunakan *Support Vector Machine*. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal* 1(2): 45–52. doi:10.38038/vocatech.v1i2.27.
- Chyan, Phie. 2017. Penerapan *Image Enhancement Algorithm* Untuk Kualitas Citra Tak Bergerak. *Majalah Ilmiah INTI* 12(2).
- Djumadil, Nurdiyanawati, and Yunus Syafie. 2019. Analisis Prospek Dan Kendala Pengembangan Produk Industri Berbahan Baku Daging Buah Pala Di Kota Ternate. *TECHNO: Jurnal Penelitian* 8(2). doi:10.33387/tk.v8i2.1386.
- Edha, Hendryanto, Sampe Hotlan Sitorus, and Uray Ristian. 2020. Penerapan Metode Transformasi Ruang Warna *Hue Saturation Intensity* (HSI) Untuk Mendeteksi Kematangan Buah Mangga Harum Manis.
- Hasanah, Salsabiil, Hurriyatul Fitriyah, and Rizal Maulana. 2019. Sistem Penghitung Jeruk Matang Pada Kebun Berdasarkan *Hue, Saturation Dan Chrominance-Red* Menggunakan Algoritma *Watershed* Berbasis *Raspberry Pi*. <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- Hernando, Deo, Agus Wahyu Widodo, and Candra Dewi. 2020. Pemanfaatan Fitur Warna Dan Fitur Tekstur Untuk Klasifikasi Jenis Penggunaan Lahan Pada Citra *Drone*. <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- Indarto, and Murinto. 2017. Banana Fruit Detection Indarto Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS (*Banana Fruit Detection Based on Banana Skin Image Features Using HSI Color Space Transformation Method*).
- Liantoni, Febri. 2015. "Klasifikasi Daun Dengan Perbaikan Fitur Citra Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor*." *ULTIMATICS VII*(2).
- Nasution, Muhammad Syahputra, and Nurul Fadillah. 2019. "Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Buah Dengan Menggunakan Metode YCbCr." *InfoTekJar* (Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan) 3(2): 147–50.

doi:10.30743/infotekjar.v3i2.1059.

Nurdjannah, Nanan. 2007. "Pengertian Pala."

Pratama, Rendy, Achmad Fuad Assagaf, and Firman Tempola. 2019. Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna His. *Jurnal Informatika dan Komputer* p-ISSN 2(2): 2355–7699. doi:10.33387/jiko.

Rajagukguk, Juniastel, and Chayani Sarumaha. 2018. "Pemodelan Dan Analisis Gerak Parabola Dua Dimensi Dengan Menggunakan Aplikasi GUI MATLAB." *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan* 4(4): 2461–1247.

Tempola, F, R Rosihan, and R Adawiyah. 2021. *Holdout Validation for Comparison Classification Naïve Bayes and KNN of Recipient Kartu Indonesia Pintar. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 1125(1): 012041. doi:10.1088/1757-899X/1125/1/012041.

Wahjudi, Adriana Fanggidae, and Emerensye SY Pandie. 2014. "Deteksi Kawasan Hutan Kota Pada Citra Rupa Bumi Kota Kupang Menggunakan Komponen Warna RGB, HSV, TIQ Dan Algoritma *Parallelpiped*." *J ~ ICON* 2(2): 133–39.

Wandi, Dede, Fauziah Fauziah, and Nur Hayati. 2021. "Deteksi Kelayuan Pada Bunga Mawar Dengan Metode Transformasi Ruang Warna *Hue Saturation Intensity* (HSI) Dan *Hue Saturation Value* (HSV). *Jurnal Media Informatika Budidarma*. 5(1). 308. doi:10.30865/mib.v5i1.2562.

Wibowo, Adhi, Diwahana Mutiara Candrasari Hermanto, Kusuma Indah Lestari, and Hadion Wijoyo. 2021. "Deteksi Kematangan Buah Jambu Kristal Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna Hsv (*Hue Saturation Value*) Dan K-Nearest Neighbor." *INCODING: Journal of Informatics and Computer Science Engineering* 1(2): 76–88. doi:10.34007/incoding.v2i1.131.

Wylis Arief, Ratna, Firdausil AB, and Robet Asnawi. 2015. Potensi Pengolahan Daging Buah Pala Menjadi Aneka Produk Olahan Bernilai Ekonomi Tinggi *Potential of Nutmeg Fruit Processing Being Various Products with High Value Economic*.

LAMPIRAN

SOURCE CODE

Data Latih:

```
clc; clear; close all; warning off all;
%%% Matang
% Menetapkan nama folder
nama_folder = 'Data Latih/Matang';
%membaca file yang berekstensi .jpg
nama_file = dir(fullfile(nama_folder, '*.jpg'));
% membaca jumlah file yang berekstensi .jpg
jumlah_file = numel(nama_file);
%inisialisasi variabel ciri_matang dan target_matang
ciri_matang = zeros(jumlah_file,6);
target_matang = cell(jumlah_file,1);
% melakukan pengolahan citra terhadap seluruh file
for n = 1:jumlah_file
    % membaca file citra RGB
    Img = im2double(imread(fullfile(nama_folder,nama_file(n).name)));
    % konfersi citra rgb ke grayscale
    Img_gray = rgb2gray(Img);
    % konfersi citra gayscale ke biner
    bw = imbinarize(Img_gray);
%    melakukan operasi komplemen
    bw = imcomplement(bw);
    %Melakukan operasi morfologi untuk menyempurnakan hasil segmentasi
    % 1. Filling Holes
    bw = imfill(bw,'holes');
    % 2. area opening
    bw = bwareaopen(bw,1000);
    % melakukan ekstraksi ciri warna RGB
    R = Img(:, :, 1); %red
```

```

G = Img(:,:,2); %gren
B = Img(:,:,3); %blue
R(~bw) = 0;
G(~bw) = 0;
B(~bw) = 0;
Red = sum(sum(R))/sum(sum(bw));
Green = sum(sum(G))/sum(sum(bw));
Blue = sum(sum(B))/sum(sum(bw));
% melakukan ekstraksi ciri warna HSV
HSV = rgb2hsv(Img);
H = HSV(:,:,1); %Hue
S = HSV(:,:,2); %saturation
V = HSV(:,:,3); %value
V(~bw) = 0;
S(~bw) = 0;
H(~bw) = 0;
Hue = sum(sum(H))/sum(sum(bw));
Saturation = sum(sum(S))/sum(sum(bw));
Value = sum(sum(V))/sum(sum(bw));
%mengisi variabel ciri_matang dengan ciri_hasil ekstraksi
ciri_matang(n,1) = Red;
ciri_matang(n,2) = Green;
ciri_matang(n,3) = Blue;
ciri_matang(n,4) = Hue;
ciri_matang(n,5) = Saturation;
ciri_matang(n,6) = Value;
% mengisi variabel target_matang
target_matang{n} = 'matang';
end
%%% Mentah
% Menetapkan nama folder

```

```

nama_folder = 'Data Latih/Mentah';
%membaca file yang berekstensi .Jpg
nama_file = dir(fullfile(nama_folder, '*.jpg'));
% membaca jumlah file yang berekstensi .jpg
jumlah_file = numel(nama_file);
%inisialisasi variabel ciri_mentah dan target_mentah
ciri_mentah = zeros(jumlah_file,6);
target_mentah = cell(jumlah_file,1);
% melakukan pengolahan citra terhadap seluruh file
for n = 1:jumlah_file
    % membaca file citra RGB
    Img = im2double(imread(fullfile(nama_folder,nama_file(n).name)));
    % konfersi citra rgb ke grayscale
    Img_gray = rgb2gray(Img);
    % konfersi citra gayscale ke biner
    bw = imbinarize(Img_gray);
    %melakukan operasi komplemen
    bw = imcomplement(bw);
    %Melakukan operasi morfologi untuk menyempurnakan hasil segmentasi
    % 1. Filling Holes
    bw = imfill(bw,'holes');
    % 2. area opening
    bw = bwareaopen(bw,1000);
    % melakukan ekstraksi ciri warna RGB
    R = Img(:,:,1); %red
    G = Img(:,:,2); %gren
    B = Img(:,:,3); %blue
    R(~bw) = 0;
    G(~bw) = 0;
    B(~bw) = 0;
    Red = sum(sum(R))/sum(sum(bw));

```

```

Green = sum(sum(G))/sum(sum(bw));
Blue = sum(sum(B))/sum(sum(bw));
% melakukan ekstraksi ciri warna HSV
HSV = rgb2hsv(img);
H = HSV(:,:,1); %Hue
S = HSV(:,:,2); %saturation
V = HSV(:,:,3); %value
V(~bw) = 0;
S(~bw) = 0;
H(~bw) = 0;
Hue = sum(sum(H))/sum(sum(bw));
Saturation = sum(sum(S))/sum(sum(bw));
Value = sum(sum(V))/sum(sum(bw));
%mengisi variabel ciri_mentah dengan ciri_hasil ekstraksi
ciri_mentah(n,1) = Red;
ciri_mentah(n,2) = Green;
ciri_mentah(n,3) = Blue;
ciri_mentah(n,4) = Hue;
ciri_mentah(n,5) = Saturation;
ciri_mentah(n,6) = Value;
% mengisi variabel target_matang
target_mentah{n} = 'mentah';
end
% menyusun variabel ciri_latih dan target_latih
ciri_latih = [ciri_matang;ciri_mentah];
target_latih = [target_matang;target_mentah];
% melakukan pelatihan menggunakan algoritma knn
ModelHSV = fitcknn(ciri_latih,target_latih,'NumNeighbors',3);
% membaca kelas keluaran hasil pelatihan
hasil_latih = predict(ModelHSV,ciri_latih);
% menghitung akurasi pelatihan

```

```

% jumlah_benar = 0;
% jumlah_data = size(ciri_latih,1);
% for k = 1:jumlah_data
%     if isequal(hasil_latih{k},target_latih{k})
%         jumlah_benar = jumlah_benar+1;
%     end
% end
%
% akurasi_pelatihan = jumlah_benar/jumlah_data*100
% menyimpan Mdl
save ModelHSV ModelHSV

```

Data Uji:

```

clc; clear; close all; warning off all;
%%% Matang
% Menetapkan nama folder
nama_folder = 'Data Uji/Matang';
% membaca file yang berekstensi .Jpg
nama_file = dir(fullfile(nama_folder, '*.jpg'));
% membaca jumlah file yang berekstensi .jpg
jumlah_file = numel(nama_file);
% inisialisasi variabel ciri_matang dan target_matang
ciri_matang = zeros(jumlah_file,6);
target_matang = cell(jumlah_file,1);
% melakukan pengolahan citra terhadap seluruh file
for n = 1:jumlah_file

    % membaca file citra RGB
    Img = im2double(imread(fullfile(nama_folder,nama_file(n).name)));
    % konfersi citra rgb ke grayscale
    Img_gray = rgb2gray(Img);

```

```

% konfersi citra gayscale ke biner
bw = imbinarize(Img_gray);
% melakukan operasi komplemen
bw = imcomplement(bw);
%Melakukan operasi morfologi untuk menyempurnakan hasil segmentasi
% 1. Filling Holes
bw = imfill(bw,'holes');
% 2. area opening
bw = bwareaopen(bw,1000);
% melakukan ekstraksi ciri warna RGB
R = Img(:,:,1); %red
G = Img(:,:,2); %gren
B = Img(:,:,3); %blue
R(~bw) = 0;
G(~bw) = 0;
B(~bw) = 0;
Red = sum(sum(R))/sum(sum(bw));
Green = sum(sum(G))/sum(sum(bw));
Blue = sum(sum(B))/sum(sum(bw));
% melakukan ekstraksi ciri warna HSV
HSV = rgb2hsv(Img);
H = HSV(:,:,1); %Hue
S = HSV(:,:,2); %saturation
V = HSV(:,:,3); %value
V(~bw) = 0;
S(~bw) = 0;
H(~bw) = 0;
Hue = sum(sum(H))/sum(sum(bw));
Saturation = sum(sum(S))/sum(sum(bw));
Value = sum(sum(V))/sum(sum(bw));
%mengisi variabel ciri_matang dengan ciri_hasil ekstraksi

```

```

    ciri_matang(n,1) = Red;
    ciri_matang(n,2) = Green;
    ciri_matang(n,3) = Blue;
    ciri_matang(n,4) = Hue;
    ciri_matang(n,5) = Saturation;
    ciri_matang(n,6) = Value;
    % mengisi variabel target_matang
    target_matang{n} = 'matang';
end

%%% Mentah

% Menetapkan nama folder
nama_folder = 'Data Uji/Mentah';

%membaca file yang berekstensi .Jpg
nama_file = dir(fullfile(nama_folder, '*.jpg'));
% membaca jumlah file yang berekstensi .jpg
jumlah_file = numel(nama_file);
%inisialisasi variabel ciri_mentah dan target_mentah
ciri_mentah = zeros(jumlah_file,6);
target_mentah = cell(jumlah_file,1);
% melakukan pengolahan citra terhadap seluruh file
for n = 1:jumlah_file
    % membaca file citra RGB
    Img = im2double(imread(fullfile(nama_folder,nama_file(n).name)));
    % konfersi citra rgb ke grayscale
    Img_gray = rgb2gray(Img);
    % konfersi citra gayscale ke biner
    bw = imbinarize(Img_gray);
    %melakukan operasi komplemen
    bw = imcomplement(bw);
    %Melakukan operasi morfologi untuk menyempurnakan hasil segmentasi

```

```

% 1. Filling Holes
bw = imfill(bw,'holes');

% 2. area opening
bw = bwareaopen(bw,1000);

% melakukan ekstraksi ciri warna RGB
R = Img(:,:,1); %red
G = Img(:,:,2); %gren
B = Img(:,:,3); %blue
R(~bw) = 0;
G(~bw) = 0;
B(~bw) = 0;
Red = sum(sum(R))/sum(sum(bw));
Green = sum(sum(G))/sum(sum(bw));
Blue = sum(sum(B))/sum(sum(bw));

% melakukan ekstraksi ciri warna HSV
HSV = rgb2hsv(Img);
H = HSV(:,:,1); %Hue
S = HSV(:,:,2); %saturation
V = HSV(:,:,3); %value
V(~bw) = 0;
S(~bw) = 0;
H(~bw) = 0;
Hue = sum(sum(H))/sum(sum(bw));
Saturation = sum(sum(S))/sum(sum(bw));
Value = sum(sum(V))/sum(sum(bw));

%mengisi variabel ciri_mentah dengan ciri_hasil ekstraksi
ciri_mentah(n,1) = Red;
ciri_mentah(n,2) = Green;
ciri_mentah(n,3) = Blue;
ciri_mentah(n,4) = Hue;
ciri_mentah(n,5) = Saturation;

```

```

    ciri_mentah(n,6) = Value;
    % mengisi variabel target_matang
    target_mentah{n} = 'mentah';
end
% menyusun variabel ciri_Uji dan target_latih
ciri_uji = [ciri_matang;ciri_mentah];
target_uji = [target_matang;target_mentah];
% memanggil model knn
load ModelHSV
% membaca kelas keluaran hasil pengujian
hasil_uji = predict(ModelHSV,ciri_uji);
% menghitung akurasi pengujian
jumlah_benar = 0;
jumlah_data = size(ciri_uji,1);
for k = 1:jumlah_data;
    if isequal(hasil_uji{k},target_uji{k})
        jumlah_benar = jumlah_benar+1;
    end
end
akurasi_pengujian = jumlah_benar/jumlah_data*100

```



UNIVERSITAS KHAIRUN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI INFORMATIKA

DAFTAR PERBAIKAN UJIAN SKRIPSI/TUTUP

Dengan ini dinyatakan bahwa pada

Hari / tanggal : JUMAT, 07 JUNI 2024

Pukul : 07:30 - 09:00

Tempat : RUANG PRODI

telah berlangsung Ujian Skripsi/Tutup dengan Peserta:

Nama Mahasiswa : SITTI DINI ABDUL KADIR

NPM : 07351811088

Judul : PERBANDINGAN FITUR YIQ, YCbCr, HIS, HSV DENGAN METODE
KNN PADA KLASIFIKASI CITRA BUAH PALA

dinyatakan HARUS menyelesaikan perbaikan, yaitu:

1. ~~perbaiki semua dari pengunji~~
2. ~~pelajari lagi gui dan buat saat asistensi~~

Ace, 22/08/2024

Dosen Pembimbing I,

SYARIFUDDIN N. KAPITA, S.Pd., M.Si.
NIDN. 0012039105



UNIVERSITAS KHAIRUN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI INFORMATIKA

DAFTAR PERBAIKAN UJIAN SKRIPSI/TUTUP

Dengan ini dinyatakan bahwa pada

Hari / tanggal : JUMAT, 07 JUNI 2024
Pukul : 07:30 - 09:00
Tempat : RUANG PRODI

telah berlangsung Ujian Skripsi/Tutup dengan Peserta:

Nama Mahasiswa : SITI DINI ABDUL KADIR
NPM : 07351811088
Judul : PERBANDINGAN FITUR YIQ, YCbCr, HIS, HSV DENGAN METODE KNN PADA KLASIFIKASI CITRA BUAH PALA

dinyatakan HARUS menyelesaikan perbaikan, yaitu:

- Ikuti format penulisan
- Penuhi permintaan penguji
- Tambahkan penelitian terkait

ACC
Fap
Skripsi

Dosen Pembimbing II,


ROSIHAN, S.T., M.Cs.
NIP. 197607192010121001



UNIVERSITAS KHAIRUN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI INFORMATIKA

DAFTAR PERBAIKAN UJIAN SKRIPSI/TUTUP

Dengan ini dinyatakan bahwa pada

Hari / tanggal : JUMAT, 07 JUNI 2024

Pukul : 07:30 - 09:00

Tempat : RUANG PRODI

telah berlangsung Ujian Skripsi/Tutup dengan Peserta:

Nama Mahasiswa : SITI DINI ABDUL KADIR

NPM : 07351811088

Judul : PERBANDINGAN FITUR YIQ, YCbCr, HIS, HSV DENGAN METODE
KNN PADA KLASIFIKASI CITRA BUAH PALA

dinyatakan HARUS menyelesaikan perbaikan, yaitu:

Kuasai dasar pengetahuan algoritma

Kuasai pemrograman yang digunakan

Kuasai Office

16/8/2024

Aze Ravi

Dosen Penguji I,

Ir. SALKIN LUTFI, S.Kom., M.T.
NIP. 198601112014041002



UNIVERSITAS KHAIRUN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI INFORMATIKA

DAFTAR PERBAIKAN UJIAN SKRIPSI/TUTUP

Dengan ini dinyatakan bahwa pada

Hari / tanggal : JUMAT, 07 JUNI 2024

Pukul : 07:30 - 09:00

Tempat : RUANG PRODI

telah berlangsung Ujian Skripsi/Tutup dengan Peserta:

Nama Mahasiswa : SITTI DINI ABDUL KADIR

NPM : 07351811088

Judul : PERBANDINGAN FITUR YIQ, YCbCr, HIS, HSV DENGAN METODE
KNN PADA KLASIFIKASI CITRA BUAH PALA

dinyatakan HARUS menyelesaikan perbaikan, yaitu:

Penjara kmbali pemograman pada aplikasinya

Buatkan output , berupa web dan buat puput agar mudah di pahami

Ac
clap

Dosen Penguji,

clap

MUHAMMAD SABRI AHMAD, S.Kom., M.Kom.
NIP. 198905092019031013



UNIVERSITAS KHAIRUN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI INFORMATIKA

DAFTAR PERBAIKAN UJIAN SKRIPSI/TUTUP

Dengan ini dinyatakan bahwa pada

Hari / tanggal : JUMAT, 07 JUNI 2024

Pukul : 07:30 - 09:00

Tempat : RUANG PRODI

telah berlangsung Ujian Skripsi/Tutup dengan Peserta:

Nama Mahasiswa : SITI DINI ABDUL KADIR

NPM : 07351811088

Judul : PERBANDINGAN FITUR YIQ, YCbCr, HIS, HSV DENGAN METODE
KNN PADA KLASIFIKASI CITRA BUAH PALA

dinyatakan HARUS menyelesaikan perbaikan, yaitu:

Perhatikan penulisan

Buatkan perbandingan dari gambar mentah dan matang.

~~Kesimpulan ditambahkan~~

19-08-2024

Ok Acc

Dosen Penguji III,

SAIFUL Do. ABDULLAH, S.T., M.T.
NIDN. 0018029002



UNIVERSITAS KHAIRUN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI INFORMATIKA

DAFTAR PERBAIKAN SEMINAR HASIL SKRIPSI

Dengan ini dinyatakan bahwa pada

Hari / tanggal : JUMAT, 24 NOVEMBER 2023

Pukul : 15:30 - 17:30

Tempat : RUANG SIDANG

telah berlangsung Seminar Hasil Skripsi dengan Peserta:

Nama Mahasiswa : SITI DINI ABDUL KADIR

NPM : 07351811088

Judul : PERBANDINGAN FITUR YIQ, YCbCr, HIS, HSV DENGAN METODE KNN
PADA KLASIFIKASI CITRA BUAH PALA

dinyatakan HARUS menyelesaikan perbaikan, yaitu:

1. perbaiki semua dari pengunji
2. cek kembali proses ekstrak fitur pala

Ac, 29/05/2024

Dosen Pembimbing I,


SYARIFUDDIN N. KAPITA, S.Pd., M.Si.
NIDN. 0012039105



UNIVERSITAS KHAIRUN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI INFORMATIKA

DAFTAR PERBAIKAN SEMINAR HASIL SKRIPSI

Dengan ini dinyatakan bahwa pada

Hari / tanggal : JUMAT, 24 NOVEMBER 2023
Pukul : 15:30 - 17:30
Tempat : RUANG SIDANG

telah berlangsung Seminar Hasil Skripsi dengan Peserta:

Nama Mahasiswa : SITI DINI ABDUL KADIR
NPM : 07351811088
Judul : PERBANDINGAN FITUR YIQ, YCbCr, HIS, HSV DENGAN METODE KNN
PADA KLASIFIKASI CITRA BUAH PALA

dinyatakan HARUS menyelesaikan perbaikan, yaitu:

- ikuti format penulisan laporan
- penuhi permintaan penguji

Revisi Skripsi

Dosen Pembimbing II,

ROSIHAN, S.T., M.Cs.

NIP. 197607192010121001



UNIVERSITAS KHAIRUN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI INFORMATIKA

DAFTAR PERBAIKAN SEMINAR HASIL SKRIPSI

Dengan ini dinyatakan bahwa pada

Hari / tanggal : JUMAT, 24 NOVEMBER 2023

Pukul : 15:30 - 17:30

Tempat : RUANG SIDANG

telah berlangsung Seminar Hasil Skripsi dengan Peserta:

Nama Mahasiswa : SITTI DINI ABDUL KADIR

NPM : 07351811088

Judul : PERBANDINGAN FITUR YIQ, YCbCr, HIS, HSV DENGAN METODE KNN
PADA KLASIFIKASI CITRA BUAH PALA

dinyatakan HARUS menyelesaikan perbaikan, yaitu:

Kuasai metode yang digunakan mulai dari citra yang diolah hingga menghasilkan output

Lakukan validasi metode yang digunakan pada aplikasi

13/5/2024

Acc. Perbaiki

Dosen Penguji I,

Ir. SALKIN LUTFI, S.Kom., M.T., IPM
NIP. 198601112014041002



UNIVERSITAS KHAIRUN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI INFORMATIKA

DAFTAR PERBAIKAN SEMINAR HASIL SKRIPSI

Dengan ini dinyatakan bahwa pada

Hari / tanggal : JUMAT, 24 NOVEMBER 2023
Pukul : 15:30 - 17:30
Tempat : RUANG SIDANG

telah berlangsung Seminar Hasil Skripsi dengan Peserta:

Nama Mahasiswa : SITI DINI ABDUL KADIR
NPM : 07351811088
Judul : PERBANDINGAN FITUR YIQ, YCbCr, HIS, HSV DENGAN METODE KNN
PADA KLASIFIKASI CITRA BUAH PALA

dinyatakan HARUS menyelesaikan perbaikan, yaitu:

Perbaiki nilai RGB pada sistem

Handwritten signature and date:
20/02/2024

Dosen Penguji II,

Handwritten signature of Muhammad Sabri Ahmad
MUHAMMAD SABRI AHMAD, S.Kom., M.Kom.
NIP. 198905192019031013



UNIVERSITAS KHAIRUN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI INFORMATIKA

DAFTAR PERBAIKAN SEMINAR HASIL SKRIPSI

Dengan ini dinyatakan bahwa pada

Hari / tanggal : JUMAT, 24 NOVEMBER 2023

Pukul : 15:30 - 17:30

Tempat : RUANG SIDANG

telah berlangsung Seminar Hasil Skripsi dengan Peserta:

Nama Mahasiswa : SITTI DINI ABDUL KADIR

NPM : 07351811088

Judul : PERBANDINGAN FITUR YIQ, YCbCr, HIS, HSV DENGAN METODE KNN
PADA KLASIFIKASI CITRA BUAH PALA

dinyatakan HARUS menyelesaikan perbaikan, yaitu:

Perbandingannya dibuat dimatlab

Perhitungan manual disinkronkan dengan aplikasi Matlab.

~~Kesimpulan ditambahkan.~~

~~Perhatikan penulisan.~~

5.02.2024

OK Aced

Dosen Penguji III,

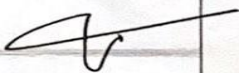
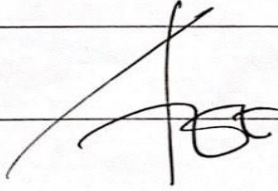
SAIFUL Do. ABDULLAH, S.T., M.T.
NIDN. 0018029002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS KHAIRUN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
Kampus III Universitas Khairun, Kelurahan Jati Kota Ternate Selatan
<http://if.unkhair.ac.id>, <http://unkhair.ac.id> Group FB: if.unkhair

KARTU BIMBINGAN HASIL

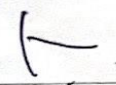
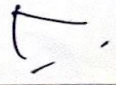
Nama Mahasiswa : Sitti Dini Abdul Kadir
NIM : 07351811088
Dosen Pembimbing I : Syarifuddin N. Kapita S.Pd., M.Si.
Judul : Perbandingan Fitur YIQ, YCbCr, HIS, HSV Dengan Metode KNN
Pada Klasifikasi Citra Buah Pala.

NO	Tanggal	Uraian	Paraf
09/10-23	09/10-2023	Tambah GUI	
	09/10-2023	Hitungan KNN Manual	
		di GUI bertakut keil gambar	
	07/11-2023	- klasifikasi warna salah cublage	
	15/11/2023		
			



KARTU BIMBINGAN HASIL

Nama Mahasiswa : Sitti Dini Abdul Kadir
NIM : 07351811088
Dosen Pembimbing II : Rosihan, S.T, M.Cs.
Judul : Perbandingan Fitur YIQ, YCbCr, HIS, HSV Dengan Metode KNN
Pada Klasifikasi Citra Buah Pala.

NO	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	09 / 10 / 2023	-Perbaiki Cover	
		- Perbaiki Penulisan	
2.	10 / 10 / 2023	-Tambah teori Pala	
		- Tambahkan gambar Pala mentah dan matang.	
3.	10 / 10 / 2023	-Data Citra pala cantumkan di BAB IV	
		- Perjelas jenis data pala yang digunakan	
4.	11 / 10 / 2023	-Bandingkan Penelitian terkait dgn Penelitian ini	
		- Perbaiki tabel 4.3	
5.	12 / 10 / 2023	-Perjelas sumber Studi Pustaka	
		- Perbaiki penulisan	



KARTU BIMBINGAN HASIL

Nama Mahasiswa : Sitti Dini Abdul Kadir
NIM : 07351811088
Dosen Pembimbing II : Rosihan, S.T, M.Cs.
Judul : Perbandingan Fitur YIQ, YCbCr, HIS, HSV Dengan Metode KNN
Pada Klasifikasi Citra Buah Pala.

NO	Tanggal	Uraian	Paraf
6.	12/10/2023	- Tambah daftar Pustaka	T
		- Perbaiki latar belakang	
		- Perbaiki rumusan masalah	
7.	13/10/2023	- Perbaiki ket. gambar	D
		- Tambah teori matlab	
8.	13/10/2023	- Pelajari fitur transformasi	D
		ruang warna pd matlab.	
	16/10/23	perbaiki	
		gambarkan	
		hasil	